МАССОВАЯ РАДИО БИБЛИОТЕКА

В. И. ЖАЛНЕРАУСКАС

# ТРАНСИВЕР РАДИОЛЮБИТЕЛЯ-КОРОТКОВОЛНОВИКА



МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

*Выпуск 934*

В. И. ЖАЛНЕРАУСКАС

# ТРАНСИВЕР РАДИОЛЮБИТЕЛЯ-КОРОТКОВОЛНОВИКА



МОСКВА, «ЭНЕРГИЯ», 1977

6Ф2.18
Ж24
УДК 621.396.24



**Жалнераускас В. И.**

Ж24 Трансивер радиолюбителя-коротковолновика. М., «Энергия», 1977.

102 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 934)

В книге приводится описание трансивера, предназначенного для любительской коротковолновой радиосвязи. Подробно излагается принцип работы, описываются конструкция трансивера, методика его настройки и регулировки. Рассматриваются возможность и методика настройки трансивера при отсутствии контрольно-измерительной аппаратуры.

Книга предназначена для радиолюбителей, занимающихся конструированием аппаратуры для радиосвязи.

Ж $\frac{30404\text{-}028}{051(01)\text{-}77}$ 179-76 6Ф2.18

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Число радиолюбителей-коротковолновиков в нашей стране с каждым годом непрерывно возрастает. Все новые и новые позывные звучат на любительских диапазонах.

Вместе с тем развиваются техника любительской радиосвязи и высокоэффективные методы модуляции. В последние годы на любительских коротковолновых диапазонах редко уже можно услышать радиостанцию, использующую амплитудную модуляцию (AM). Однополосная модуляция (SSB) вытеснила амплитудную и прочно вошла в практику многих радиолюбителей.

Применение SSB требует точной настройки передатчика и приемника на частоту корреспондента. Однако стремление повысить оперативность любительской радиосвязи привело к широкому распространению среди радиолюбителей-коротковолновиков трансиверов — приемопередатчиков с синхронной настройкой

В настоящей книге подробно описан изготовленный автором трансивер, предназначенный для любительской коротковолновой радиосвязи. Наряду с изложением основных принципов построения электрической схемы рассмотрены вопросы, связанные с особенностями монтажа и настройки трансивера. Это позволит радиолюбителям, имеющим достаточный опыт конструирования радиоаппаратуры, повторить описываемую конструкцию трансивера.

Считаем необходимым напомнить нашим читателям, что для настройки и эксплуатации трансивера следует получить разрешение от Государственной инспекции электросвязи областного (краевого) управления Министерства связи или Министерства связи союзной республики.

Отзывы о книге просим присылать по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, издательство «Энергия», редакция Массовой радиобиблиотеки.

*Редакция Массовой радиобиблиотеки*

Глава первая

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТРАНСИВЕРА

## 1. Электрические параметры и характеристики

Трансивер рассчитан для работы телеграфом и SSB на пяти любительских КВ диапазонах. В режиме SSB формируются и принимаются нижняя боковая полоса на диапазонах 3,5 и 7 МГц и верхняя боковая полоса на диапазонах 14, 21 и 28 МГц.

Подводимая мощность передатчика 200 Вт, что соответствует радиостанции первой категории. Подавление несущей и второй боковой — не менее 50 дБ. Полоса пропускания приемника — переключаемая: 2,4 кГц и 400 Гц.

Полоса забития приемника при превышении мешающего сигнала относительно полезного на 80 дБ не более 6,5 кГц. Коэффициент перекрестной модуляции при превышении мешающего сигнала относительно полезного на 80 дБ и при расстройке по частоте 20 кГц не более 8%.

Подавление по зеркальному каналу не менее 40 дБ в диапазоне 28 МГц и не менее 60 дБ в других диапазонах. Подавление внеполосного приема на промежуточной частоте не менее 50 дБ в диапазоне 7 МГц и не менее 60 дБ в других диапазонах.

Коэффициент шума приемника — не более 5 (7) дБ.

Глубина автоматической регулировки усиления 106 дБ.

## 2. Принцип работы и схема трансивера

Трансивер собран по схеме с одним преобразованием частоты. Основной тракт сигнала как в приемнике, так и в передатчике выполнен на лампах. На полупроводниковых приборах собраны маломощные каскады, не требующие высокой линейности: гетеродины, микрофонный усилитель, кварцевый калибратор и т. д.

Структурная схема трансивера приведена на рис. 1, принципиальная электрическая схема — на рис. 2.

**Режим приема.** В принципиальной электрической схеме (рис. 2) контакты реле $P_1$ и $P_2$ показаны в положении *Прием.*

Сигнал, поступающий из антенны, подводится ко входу П-контура. В режиме приема П-контур используется в качестве трансформатора сопротивлений. Он позволяет согласовать сопротивление антенны (около 50—70 Ом) с высоким входным сопротивлением усилителя высокой частоты. Выход П-контура через конденсатор $C_{49}$ и замкнутые контакты реле $P_2$ связан с входными контурами усилителя высокой частоты. Емкость конденсатора $C_{49}$ выбрана из условия кри-

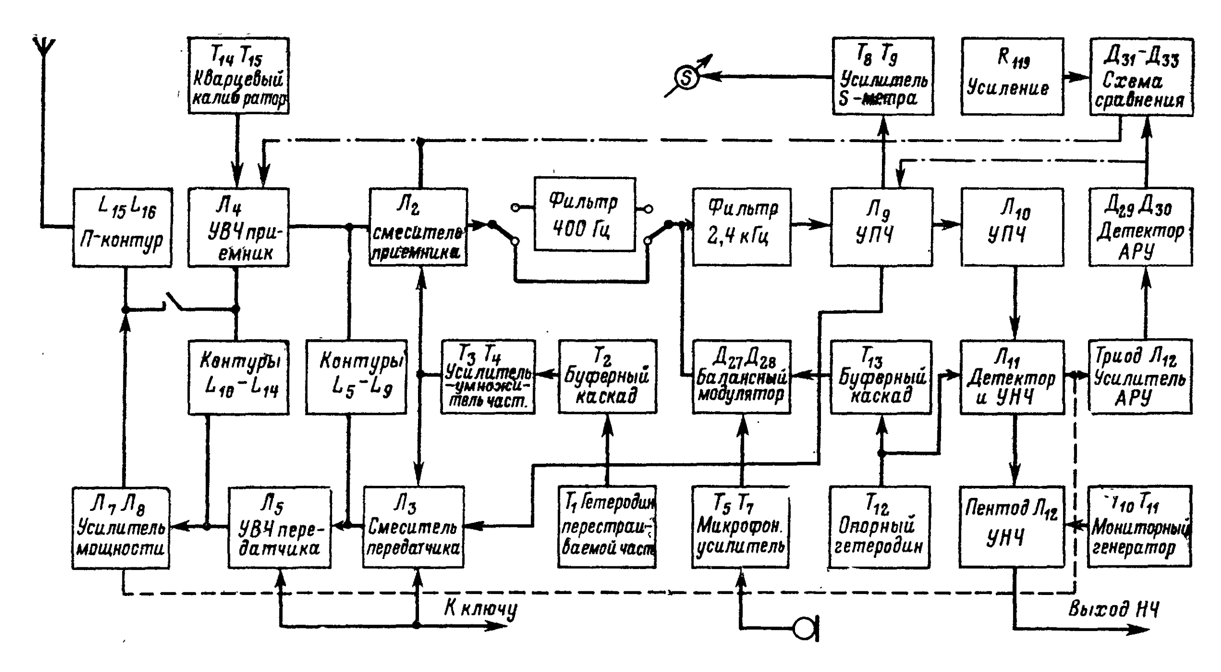
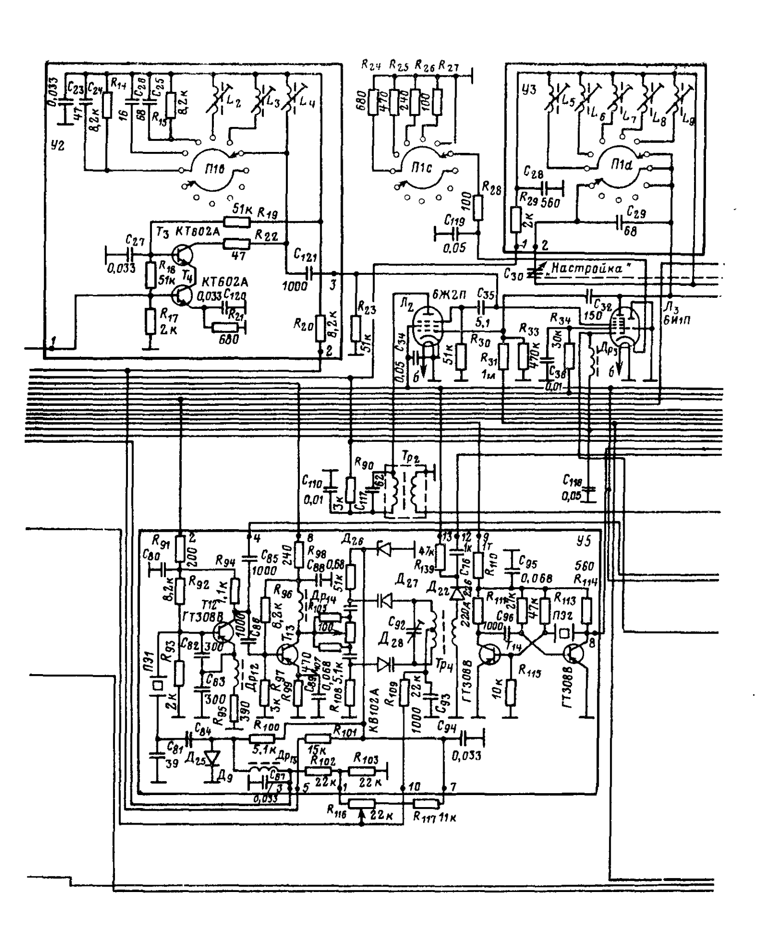



Рис. 1. Структурная схема. Пунктирные линии показывают пути прохождения сигнала АРУ, штрихпунктирные — пути прохождения напряжения АРУ.

Рис 2. Принципиальная схема трансивера.



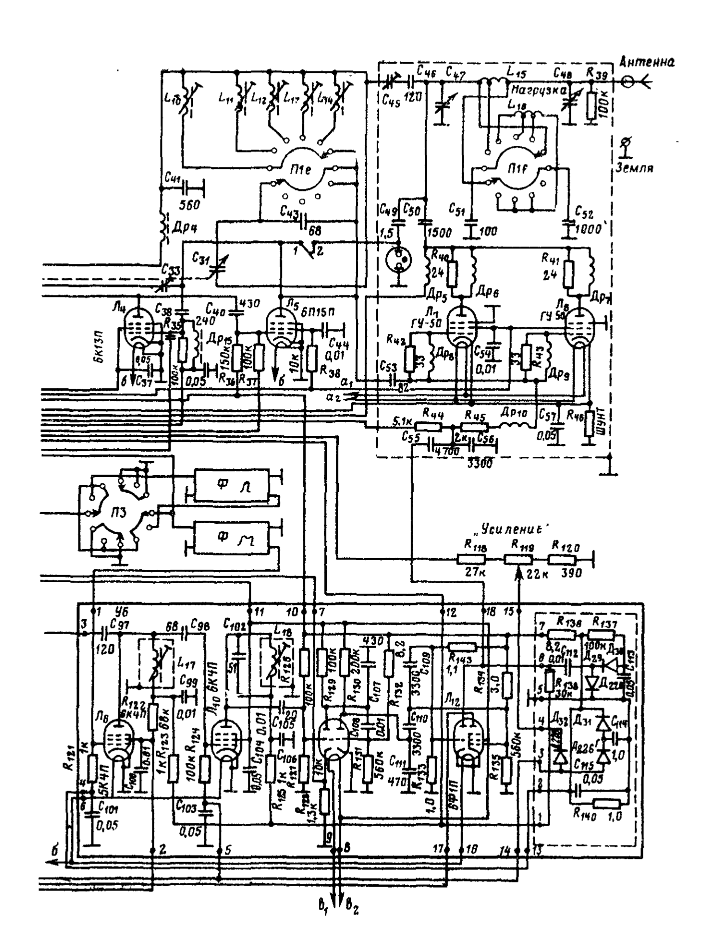



Рис. 2.

тической связи на диапазоне 14 МГц. Коэффициент связи на диапазонах 3, 5 и 7 МГц получается ниже, а на диапазонах 21 и 28 МГц — выше критического. В анод лампы усилителя высокой частоты $Л_4$ включены входные контуры смесителя. Настройка контуров смесителя сопряжена с настройкой контуров усилителя высокой частоты и осуществляется с помощью блока конденсаторов переменной емкости $C_{30}$ и $C_{31}$. Полоса пропускания всего тракта высокой частоты от антенного входа до сетки лампы смесителя — около 25 кГц иа диапазоне 3,5 МГц; 55 кГц на диапазоне 7 МГц; 120 кГц на диапазоне 14 МГц; 180 кГц на диапазоне 21 МГц и 250 кГц на диапазоне 28 МГц.

**Гетеродин собран по схеме емкостной трехточки на транзисторе $T_1$. Перестройка частоты гетеродина осуществляется с помощью кон-**

денсатора переменной емкости $C_{11}$. Кроме того, возможна небольшая расстройка частоты гетеродина в режиме приема (независимо от частоты в режиме передачи) с помощью варикапа $Д_1$. Управляющее напряжение на варикап поступает от диодного переключателя $Д_2$, $Д_3$. В режиме приема диодный переключатель соединяет варикап с потенциометром $R_{10}$, а в режиме передачи — со стабилитроном $Д_{34}$.

Сигнал гетеродина перестраиваемой частоты через буферный усилитель, выполненный на транзисторе $T_2$, поступает на вход усилителя-удвоителя частоты. С целью повышения стабильности частоты гетеродина и растяжки всех пяти диапазонов на всю длину шкалы в диапазонах 7, 21 и 28 МГц применено удвоение частоты. Частоты гетеродина и сигнала на выходе усилителя-удвоителя частоты (промежуточная частота равна 5,5 МГц) сведены в табл. 1.

Таблица 1

| Диапазон частот, МГц | Частота гетеродина, МГц | Частота усилителя-удвоителя, МГц |
|---|---|---|
| 3,5—3,65 | 9—9,15 | 9—9,15 |
| 7—7,1 | 6,25—6,3 | 12,5—12,6 |
| 14—14,35 | 8,5—8,85 | 8,5—8,85 |
| 21—21,45 | 7,75—7,975 | 15,5—15,95 |
| 28—29,7 | 11,25—12,1 | 22,5—24,2 |

Усилитель-удвоитель частоты гетеродина выполнен по каскодной схеме на транзисторах $T_3$ и $T_4$. Выход усилителя-удвоителя частоты гетеродина через конденсаторы $C_{121}$ и $C_{35}$ соединен с третьей сеткой лампы смесителя. Необходимое напряжение гетеродина можно установить подбором емкости конденсатора $C_{35}$. В анод лампы смесителя включен трансформатор $Tp_2$, который предназначен для согласования высокого выходного сопротивления смесителя с входным сопротивлением кварцевых фильтров. Переключатель полосы пропускания $B_3$ показан в положении широкой полосы (2,4 кГц). В этом положении переключателя вторичная обмотка трансформатора $Tp_2$ соединена со входом кварцевого фильтра 2,4 кГц. Выход фильтра соединен со входом усилителя промежуточной частоты. При переключении переключателя $B_3$ в положение узкой полосы (400 Гц) между вторичной обмоткой трансформатора $Tp_2$ и входом фильтра 2,4 кГц включается фильтр 400 Гц.

Сигнал промежуточной частоты, прошедший через кварцевые фильтры, усиливается в двухкаскадном усилителе, собранном на лампах $Л_9$ и $Л_{10}$, и подводится к сетке лампы детектора (левая половина лампы $Л_{11}$). На катод лампы детектора поступает сигнал опорного гетеродина. Опорный гетеродин собран по схеме емкостной трехточки на транзисторе $T_{12}$. Генерируемая частота стабилизирована кварцем.

Низкочастотный сигнал, выделенный на нагрузке детектора, усиливается двухкаскадным ламповым усилителем (правая половина лампы $Л_{11}$ и пентодная часть лампы $Л_{12}$). Усилитель низкой частоты имеет два выхода: низкоомный для подключения громкоговорителя (контакт *3* разъема *Телефоны*) и высокоомный для подключения телефонов (контакт *1* разъема *Телефоны*).

Часть низкочастотного сигнала, снимаемого с правого анода лампы $Л_{11}$, усиливается в триодной части лампы $Л_{12}$ и поступает на детектор АРУ. Детектор АРУ выполнен по схеме удвоения напряжения на диодах $Д_{29}$ и $Д_{30}$. Задержка АРУ обеспечивается закрыванием диодов напряжением отрицательной полярности, снимаемым с делителя напряжения $R_{136}$, $R_{140}$. На выходе детектора АРУ включен $RC$-фильтр, содержащий резистор $R_{137}$ и конденсаторы $C_{115}$ и $C_{101}$. На выходе фильтра выделяется напряжение АРУ, которое управляет усилением лампы $Л_9$ первого каскада усилителя промежуточной частоты. Постоянное смещение на сетку лампы $Л_9$ снимается с делителя напряжения задержки $R_{136}$, $R_{140}$.

Падение напряжения на резисторе $R_{122}$, включенном в экранную сетку лампы $Л_9$, используется для индикации уровня принимаемого сигнала. Экранная сетка лампы $Л_9$ соединена со входом усилителя постоянного тока. Усилитель собран на транзисторах $T_8$ и $T_9$ и нагружен на миллиамперметр, который проградуирован в единицах системы $S$ и децибелах. Одна единица системы $S$ эквивалентна двойному приращению уровня входного сигнала, т. е. 6 дБ. Зависимость тока экранной сетки от напряжения смещения для лампы $Л_9$ типа 6К4П близка к логарифмической. Это позволяет получить линейную шкалу, проградуированную в логарифмических единицах.

Ручное регулирование усиления осуществляется с помощью потенциометра $R_{119}$ *Усиление.* Напряжение отрицательной полярности, снимаемое с движка потенциометра $R_{119}$, сравнивается с напряжением АРУ. Схема сравнения выполнена по принципу схемы ИЛИ на диодах $Д_{31}$, $Д_{32}$ и $Д_{33}$. На выходе схемы ИЛИ выделяется преобладающее напряжение, которое используется для управления усилением усилителя высокой частоты $Л_4$, смесителя $Л_2$ и второго каскада усилителя промежуточной частоты $Л_{10}$.

Для проверки точности градуировки шкалы трансивера предусмотрен кварцевый калибратор. Он собран по схеме мультивибратора, стабилизированного кварцем на транзисторах $T_{14}$ и $T_{15}$. Выход кварцевого калибратора слабо связан со входом усилителя высокой частоты.

**Режим передачи.** При замыкании контактов *3* и *2* в разъемах *Микрофон* или *Ключ* срабатывают реле $P_1$ и $P_2$ и трансивер переходит в режим передачи. Контакты реле $P_1$ подключают питающие напряжения к микрофонному усилителю, мониторному генератору и к лампам $Л_3$, $Л_5$, $Л_7$, $Л_8$, работающим только в режиме передачи. Питание ламп $Л_2$, $Л_4$, $Л_{10}$, $Л_{11}$ и пентодной половины лампы $Л_{12}$, работающих только в режиме приема, отключается. Контакты реле $P_2$ отключают контуры усилителей высокой частоты от П-образного контура.

Род работы трансивера устанавливается переключателем $B_2$ (на принципиальной схеме показан в положении *Выкл.*). Остальные положения переключателя: *CW*, *Настр.*, *SSB*, *Калибр.* В положении *Калибр.* включается кварцевый калибратор, работающий только в режиме приема. В положении *SSB* включается микрофонный усилитель.

Однополосный сигнал формируется следующим образом. Низкочастотный сигнал из микрофона поступает на вход микрофонного усилителя, построенного на транзисторах $T_5$, $T_6$ и $T_7$. Уровень сигнала, поступающего на усилитель, устанавливается с помощью потенциометра $R_{88}$ *Уровень микр.* Усиленный сигнал через резистор $R_{109}$ поступает на низкочастотный вход балансного модулятора, построен-

ного на варикапах $Д_{27}$ и $Д_{28}$. На высокочастотный вход балансного модулятора через буферный усилитель (транзистор $Т_{13}$) поступает сигнал от опорного гетеродина. На выходе балансного модулятора выделяется амплитудно-модулированный сигнал с подавленной несущей. Этот сигнал проходит через кварцевый фильтр с полосой пропускания 2,4 кГц. Нижняя боковая полоса сигнала срезается фильтром. При переключении переключателя $В_2$ в положение *CW* или *Настр.* выключается микрофонный усилитель. Одновременно подключается напряжение — 12 В к контакту *3* на плате $У_5$. Это напряжение через дроссель $Др_{13}$ закрывает диод $Д_{25}$, что равносильно отключению конденсатора $С_{84}$ от опорного гетеродина. Частота генерации гетеродина повышается на 600 Гц и попадает в полосу пропускания кварцевого фильтра. Напряжение смещения на варикапы балансного модулятора снимается с делителя напряжения $R_{103}$, $R_{116}$, $R_{117}$. Напряжение — 12 В, поступающее через резистор $R_{102}$, изменяет смещение на варикапах. Баланс модулятора нарушается, и сигнал опорного гетеродина свободно проходит на кварцевый фильтр.

Сигнал, прошедший кварцевый фильтр, усиливается первым каскадом усилителя промежуточной частоты и через конденсатор $С_{97}$ подводится к первой сетке лампы $Л_3$ смесителя передатчика. На третьей сетке лампы смесителя действует сигнал гетеродина, поступающий из усилителя-удвоителя частоты гетеродина. Сигнал разностной или суммарной частоты в зависимости от диапазона выделяется на контуре смесителя. Далее сигнал усиливается усилителем высокой частоты передатчика (лампа $Л_5$) и усилителем мощности (лампы $Л_7$ и $Л_8$) и подводится к антенне.

Для самопрослушивания телеграфной манипуляции служит мониторный генератор, выполненный по схеме мультивибратора на транзисторах $Т_{10}$, $Т_{11}$. В положении *CW* лампы $Л_3$, $Л_5$ и транзистор $Т_{10}$ закрыты отрицательным напряжением, поступающим через резистор $R_{49}$ от источника — 100 В. Телеграфная манипуляция производится замыканием контактов *1* и *2* на разъеме *Ключ.* В положении *Настр.* или *SSB* контакты *1* и *2* разъема *Ключ* замыкаются переключателем рода работы $В_2$. В положении *SSB* транзистор $Т_{11}$ закрывается напряжением — 12 В, поступающим через резистор $R_{85}$.

Лампы $Л_7$ и $Л_8$ усилителя мощности работают в классе АВ1, т. е. без тока первой сетки. В случае перекачки (при пиковых значениях возбуждающего сигнала) появляется ток первых сеток ламп $Л_7$ и $Л_8$. Этот ток вызывает падение напряжения на резисторе $R_{44}$, которое через конденсатор $С_{55}$ подводится к детектору АРУ. Напряжение АРУ управляет усилением лампы $Л_9$ усилителя промежуточной частоты.

## 3. Функциональные узлы

**Гетеродин перестраиваемой частоты** совместно с буферным усилителем объединены в общий функциональный узел ($У_1$ — на рис. 2). Гетеродин построен на транзисторе $Т_1$ по трехточечной схеме с частичной емкостной связью. Транзистор включен по схеме с общей базой.

Было испытано несколько типов транзисторов. Наилучшие результаты были получены с транзисторами типа КТ325В, однако были выбраны более широко распространенные транзисторы типа КТ312Б. Неплохие результаты получаются и с транзисторами типа КТ315 с буквенными индексами А, В или Е.

У биполярных транзисторов с повышением температуры окружающей среды резко снижается напряжение, подводимое к эмиттерному переходу и обеспечивающее рабочий режим по постоянному току. Для транзистора типа КТ312Б при повышении температуры окружающей среды от +20 до +50° С напряжение эмиттер — база снижается примерно на 70 мВ. Чтобы получить неизменный режим транзистора по постоянному току в широком диапазоне температур сопротивление резистора $R_5$, включенного в цепь эмиттера, выбрано равным 470 Ом, т. е. значительно больше входного сопротивления транзистора по постоянному току. Ток через делитель напряжения в цепи базы составляет около 4 мА, что значительно больше тока базы транзистора. Ток через транзистор составляет около 7 мА. В таком режиме изменение температуры окружающей среды и нестабильность напряжения питания практически не сказываются на режиме транзистора по постоянному току.

Резистор $R_2$ является антипаразитным. Ввиду того, что резистор $R_2$ шунтирует частотно-задающий контур, его сопротивление следует выбирать возможно большим. Однако чрезмерное увеличение сопротивления резистора $R_2$ может привести к возникновению паразитных колебаний на частоте контура, образованного дросселем $Др_1$ и конденсаторами $C_{16}$ и $C_{19}$. При модификации трансивера резистор $R_2$ был исключен из схемы, а дроссель $Др_1$ намотан проводом с большим удельным сопротивлением. Можно рекомендовать включить последовательно с дросселем $Др_1$ резистор сопротивлением 50—100 Ом.

Конденсаторы $C_{16}$ и $C_{19}$ являются емкостями связи. Большая емкость этих конденсаторов позволяет избежать дестабилизирующего влияния емкостей эмиттерного и коллекторного переходов.

Частотно-задающий контур образован катушкой индуктивности $L_1$ и конденсаторами $C_{11}$, $C_{12}$ с параллельно подключаемыми к ним конденсаторами $C_1$ — $C_{10}$. Перестройка частоты осуществляется конденсатором переменной емкости $C_{11}$. Конденсатор $C_{12}$ с большим отрицательным ТКЕ служит для компенсации температурой нестабильности катушки. Приведенные на принципиальной схеме емкости конденсаторов $C_1$ — $C_{10}$ даны для промежуточной частоты, равной 5,5 МГц. Если промежуточная частота отличается от 5,5 МГц, емкости конденсаторов $C_1$ — $C_{10}$ следует подобрать экспериментально. Частота перестраиваемого гетеродина рассчитывается по формулам, приведенным в табл. 2, где $f_2$ — частота перестраиваемого гетеродина; $f_0$ — частота настройки трансивера; $f_{п.ч}$ — промежуточная частота.

Диапазон частот, перекрываемых гетеродином, зависит от коэффициента перекрытия конденсатора $C_{11}$ и от емкости параллельно

Таблица 2

| Диапазон частот, МГц | Частота гетеродина |
|---|---|
| 3,5—3,65 | $f_2=f_0+z_{п.ч}$ |
| 7—7,1 | $f_2=(f_0+f_{п.ч})/2$ |
| 14—14,35 | $f_2=f_0-f_{п.ч}$ |
| 21—21,45 и 28—29,7 | $f_2=(f_0-f_{п.ч})/2$ |

подключенных к нему конденсаторов. Весьма желательно, чтобы любительские диапазоны были растянуты на всю длину шкалы. Если промежуточная частота значительно отличается от 5,5 МГц, это не всегда удается. Кроме того, иногда желательно иметь только часть диапазона 28 МГц, но растянутую на всю шкалу. В таких случаях можно рекомендовать схему переключения диапазонов, показанную

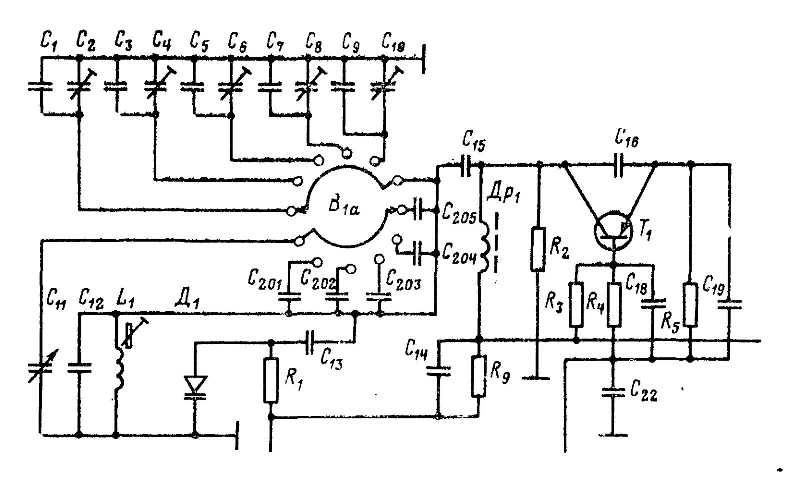



Рис. 3. Схема переключения диапазонов.

на рис. 3. Подбором емкостей конденсаторов $C_1$ — $C_{10}$ и $C_{201}$ — $C_{205}$ можно получить любое необходимое перекрытие частоты.

Варикап $Д_1$ предназначен для расстройки частоты приема относительно частоты передачи в небольших пределах. Пределы перестройки зависят от емкости конденсатора $C_{13}$. При номиналах, указанных на принципиальной схеме, пределы расстройки составляют около ±3,5 кГц на диапазоне 7 МГц; ±15 кГц на диапазоне 28 МГц и около ±(5—6) кГц на остальных диапазонах. В схеме с успехом могут быть применены варикапы типов Д901, Д902 и КВ102 с любым буквенным индексом.

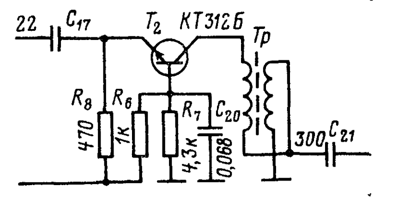



Рис. 4. Модификация схемы буферного усилителя.

Буферный усилитель собран на транзисторе $T_2$ (см. рис. 2) по схеме с общим эмиттером. Он предназначен для уменьшения влияния нагрузки на частоту гетеродина. Необходимо отметить, что в случае использования схемы с общей базой изоляция гетеродина от нагрузки получается лучшей. Однако схема с общей базой требует широкополосного трансформатора для согласования высокого выходного сопротивления со входным сопротивлением усилителя-умножителя частоты гетеродина.

При модификации трансивера была использована схема, показанная на рис. 4. Трансформатор $Тр$ наматывается двойным скрученным проводом типа ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм на ферритовом кольцевом сердечнике типа НН2000 К7×4×2. Количество витков — 14. После намотки концы проводов соединяются, как показано на схеме. В случае отсутствия транзистора типа КТ312Б в буферном усилителе можно применять транзисторы типа КТ315 с любым буквенным индексом.

**Усилитель-умножитель частоты гетеродина** собран по каскодной схеме общий эмиттер — общая база на транзисторах $T_3$ и $T_4$ (см. рис. 2). На диапазонах 3,5 и 14 МГц усилитель-умножитель работает в режиме усиления, на остальных диапазонах — в режиме удвоения частоты. В коллекторную цепь транзистора $T_3$ включена катушка индуктивности $L_4$. В диапазоне 7 МГц параллельно катушке $L_4$ подсоединяется конденсатор $C_{26}$ и с помощью сердечника контур $L_4$, $C_{26}$ настраивается на вторую гармонику гетеродина. В диапазонах 21 и 28 МГц параллельно катушке $L_4$ подсоединяются катушки $L_2$ и $L_3$ соответственно. Контур образуется за счет индуктивностей параллельно соединенных катушек и емкости монтажа. Настройка на вторую гармонику частоты гетеродина производится сердечниками катушек $L_2$ и $L_3$. Следует отметить, что иногда для бо́льшей устойчивости работы параллельно катушкам $L_2$ и $L_3$ необходимо подключить конденсаторы небольшой емкости. При модификации трансивера параллельно катушке $L_2$ был подключен конденсатор емкостью 12 пФ, а параллельно $L_3$ — емкостью 6,8 пФ. На диапазонах 3,5 и 14 МГц параллельно катушке $L_4$ подсоединяются $RC$-цепочки: $R_{14}$, $C_{24}$ и $R_{15}$, $C_{25}$ соответственно. Емкости конденсаторов $C_{24}$ и $C_{25}$ подобраны так, чтобы контур, образованный катушкой индуктивности $L_4$ и конденсаторами $C_{24}$ или $C_{25}$, настраивался на среднюю частоту гетеродина.

Резистор $R_{22}$ является антипаразитным.

Смеситель передатчика требует большого размаха сигнала гетеродина. Это приводит к необходимости применения высоковольтных транзисторов. В данном случае применены транзисторы типа КТ602А. Могут быть использованы транзисторы и с другими буквенными индексами, а также транзисторы типов КТ601, КТ604, КТ605 с любыми буквенными индексами.

Ламповый вариант схемы усилителя-умножителя частоты приведен на рис. 5. Здесь применена лампа типа 6Ж38П; несколько худшие результаты получаются с лампой типа 6Ж5П. В ламповой схеме в диапазоне 28 МГц применен фильтр на связанных контурах.

**Опорный гетеродин** с буферным усилителем и балансным модулятором объединены в общий функциональный узел, который на принципиальной схеме (см. рис. 2) совместно с кварцевым калибратором обозначен $У_5$.

Гетеродин собран по емкостной трехточечной схеме на транзисторе $T_{12}$. Резисторы $R_{92}$, $R_{93}$ и $R_{95}$ определяют режим транзистора по постоянному току. Резистор $R_{91}$ с конденсатором $C_{80}$ препятствуют проникновению высокочастотных колебаний в цепи питания. Конденсаторы $C_{82}$ и $C_{83}$ являются емкостями связи. Дроссель $Др_{12}$ устраняет шунтирование конденсатора $C_{83}$ резистором $R_{95}$. Для предотвращения паразитных колебаний (через статическую емкость кварцевого резонатора) включен антипаразитный резистор $R_{94}$.

Последовательно с кварцевым резонатором включен конденсатор $C_{81}$, предназначенный для электрического управления частотой гетеродина. Параллельно конденсатору $C_{81}$ через диод $Д_{25}$ подключен конденсатор большой емкости $C_{84}$. В режиме приема, а также в

режиме передачи (в положении *SSB* переключателя рода работы $B_2$) диод $Д_{25}$ открыт напряжением положительной полярности, поступающим через резистор $R_{100}$. Частота гетеродина должна находиться на нижнем склоне амплитудно-частотной характеристики кварцевого фильтра, на 250—350 Гц ниже крайней частоты полосы пропускания. В режиме передачи в положении *CW* или *Настр.* переключателя рода работы $B_2$ диод $Д_{25}$ закрыт напряжением отрицательной полярности, поступающим через дроссель $Др_{13}$. Закрытый диод отключает

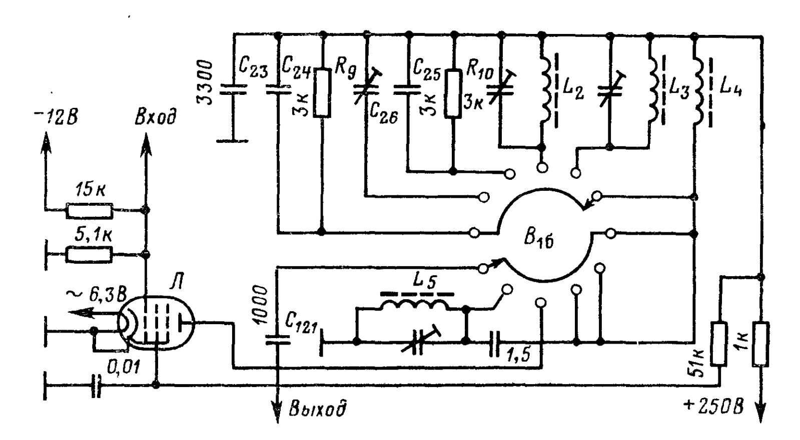



Рис. 5. Ламповый вариант схемы усилителя-умножителя частоты гетеродина.

конденсатор $C_{84}$ от гетеродина. Это приводит к повышению частоты генерируемых колебаний на 600 Гц.

Опорный сигнал снимается с коллектора транзистора $T_{12}$ и через конденсатор $C_{85}$ поступает на детектор. Сигнал на балансный модулятор поступает через буферный усилитель. В режиме приема буферный усилитель обесточивается, и сигнал на балансный модулятор не проходит. Буферный усилитель собран на транзисторе $T_{13}$ по схеме с общим эмиттером. Резисторы $R_{96}$, $R_{97}$ и $R_{99}$ определяют рабочую точку транзистора. Развязывающая цепь, состоящая из резистора $R_{98}$ и конденсатора $C_{88}$, препятствует проникновению сигнала в цепь питания.

В качестве транзисторов $T_{12}$ и $T_{13}$ применены транзисторы типа ГТ308В. С успехом могут быть применены и другие высокочастотные транзисторы, например ГТ305, ГТ309, ГТ310, П403, П416, П423 с любым буквенным индексом.

**Балансный модулятор** собран по мостовой схеме на варикапах $Д_{27}$ и $Д_{28}$ (см. рис. 2). Модулятор работает следующим образом. Емкость последовательно соединенных варикапов совместно с индуктивностью первичной обмотки трансформатора $Тр_4$ образует колебательный контур. Подстроечный конденсатор $C_{92}$ служит для настройки контура в резонанс с сигналом, поступающим с гетеродина. Приложенное к варикапам напряжение можно менять при помощи

потенциометра $R_{116}$. При перемещении ползунка потенциометра вправо (по схеме) напряжение на варикапе $Д_{27}$ уменьшается, а на варикапе $Д_{28}$ увеличивается. При перемещении ползунка влево напряжение на варикапе $Д_{27}$ увеличивается, а на $Д_{28}$ уменьшается. Таким образом, можно найти такое положение ползунка, при котором напряжения на обоих варикапах, а следовательно, и их емкости станут равными. В этом случае токи высокой частоты, протекающие через варикапы, также выравниваются и, протекая через первичную обмотку трансформатора $Тр_4$, компенсируют друг друга. Естественно, на вторичной обмотке трансформатора напряжения высокой частоты не будет. Для окончательной балансировки схемы предназначены потенциометр $R_{106}$ и резисторы $R_{105}$ и $R_{107}$.

При поступлении низкочастотного сигнала на среднюю точку обмотки трансформатора баланс схемы нарушается. С положительной полуволной низкочастотного сигнала емкость варикапа $Д_{27}$ увеличивается, а емкость варикапа $Д_{28}$ уменьшается. С отрицательной полуволной емкости варикапов меняются в обратном порядке. Соответственно высокочастотные токи, протекающие через варикапы, меняются согласно закону модулирующего низкочастотного сигнала. На вторичной обмотке трансформатора появляется промодулированный высокочастотный сигнал с подавленной несущей.

В положениях переключателя рода работы *CW* или *Настр.* напряжение отрицательной полярности, поступающее через резистор $R_{102}$, понижает потенциал средней точки трансформатора $Тр_4$. При этом емкость варикапа $Д_{27}$ уменьшается, а емкость варикапа $Д_{28}$ увеличивается. Высокочастотный ток, протекающий через варикап $Д_{28}$, становится больше тока, протекающего через $Д_{27}$, и на вторичной обмотке трансформатора появляется напряжение опорного сигнала.

В модуляторе могут быть применены варикапы типов Д901, Д902 и КВ102 с любым буквенным индексом.

**Кварцевый калибратор** построен по схеме симметричного мультивибратора на транзисторах $T_{14}$ и $T_{15}$. Осцилляторная схема получается за счет замены одного из времязадающих конденсаторов мультивибратора кварцевым резонатором. Кроме того, в отличие от схемы симметричного мультивибратора в осцилляторной схеме между базой и эмиттером транзистора $T_{14}$ подключен резистор $R_{115}$.

Спектр выходного сигнала такого калибратора состоит из ряда медленно убывающих по амплитуде составляющих с частотами, кратными частоте кварцевого резонатора. В кварцевом калибраторе применен резонатор с частотой 100 кГц. Могут быть применены кварцевые резонаторы с любой частотой от 100 до 500 кГц. Но, если деления шкалы не совпадают с гармониками кварцевого резонатора, приходится на шкалу наносить специальные калибровочные точки.

Транзисторы $T_{14}$, $T_{15}$ — типа ГТ308В, но могут быть применены и другие высокочастотные транзисторы.

**Кварцевые фильтры.** В трансивере применены два кварцевых фильтра. Основной фильтр содержит восемь кварцевых резонаторов и имеет полосу пропускания около 2,4 кГц. Этот фильтр используется для формирования *SSB* сигнала, а также при приеме *SSB* станций. Для приема телеграфных станций, особенно на фоне помех, последовательно с основным фильтром включается дополнительный четырехрезонаторный фильтр с полосой пропускания 400 Гц.

Оба кварцевых фильтра выполнены по мостовой схеме. Основной частью мостовых фильтров является симметричное мостовое звено

(рис. 6, *а*). С помощью идеального трансформатора количество элементов в мостовой схеме может быть сокращено в 2 раза (рис. 6, *б*). Фильтры, собранные по мостовой схеме, обратимые, что позволяет соединять их последовательно, как показано на рис. 6, *в*.

Если сопротивления плеч мостового звена являются чисто реактивными, т. е. $Z_г = \pm X_г$ и $Z_д = \pm X_д$ и имеют разные знаки, то затухание фильтра равно нулю. Если чисто реактивные сопротивле-

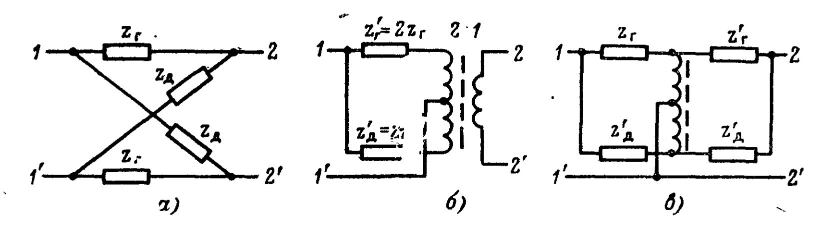



Рис. 6. Эквивалентные схемы мостовых фильтров.

ния плеч мостового звена имеют одинаковые знаки, то затухание фильтра может быть выражено следующим образом:

$$d = \ln \frac{1 + \sqrt{X_г/X_д}}{1 - \sqrt{X_г/X_д}} \tag{1}$$

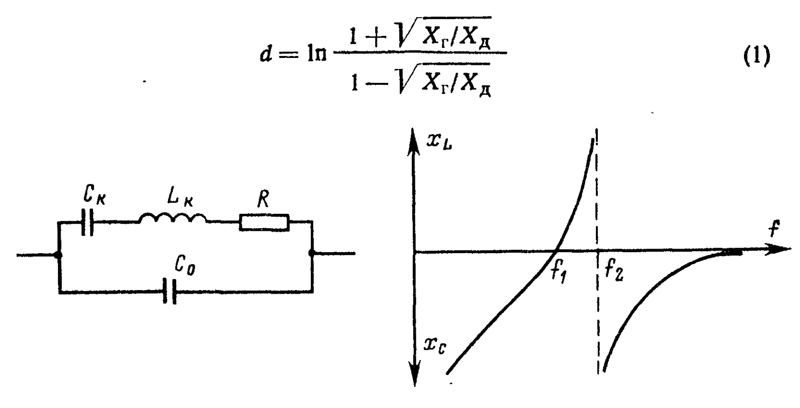



Рис. 7. Эквивалентная схема и частотная характеристика кварцевого резонатора.

Если чисто реактивные сопротивления плеч мостового звена одинаковы по знаку и по значению, мост находится в сбалансированном состоянии и затухание фильтра бесконечно большое.

На рис. 7 показаны упрощенная эквивалентная схема и частотная характеристика кварцевого резонатора. Индуктивность $L_к$ и емкость $C_к$ резонатора определяют частоту $f_1$ последовательного резонанса. Частота $f_2$ параллельного резонанса определяется емкостью электродов и кварцедержателя $C_0$ в комбинации с индуктивностью $L_к$ и емкостью $C_к$. Резистор $R$ обозначает сопротивление потерь.

Разность частот последовательного $f_1$ и параллельного $f_2$ резонансов зависит от емкостного отношения кварцевого резонатора:

$$(f_2 - f_1)/f_1 \approx C_к/C_0. \qquad (2)$$

Воспользовавшись частотными характеристиками кварцевых резонаторов, можно построить частотную характеристику мостового звена, собранного на этих резонаторах. На рис. 8 показана зависимость частотной характеристики мостового звена от отношения частот кварцевых резонаторов, включенных в горизонтальные и диагональные плечи звена. Полоса пропускания мостового звена равна

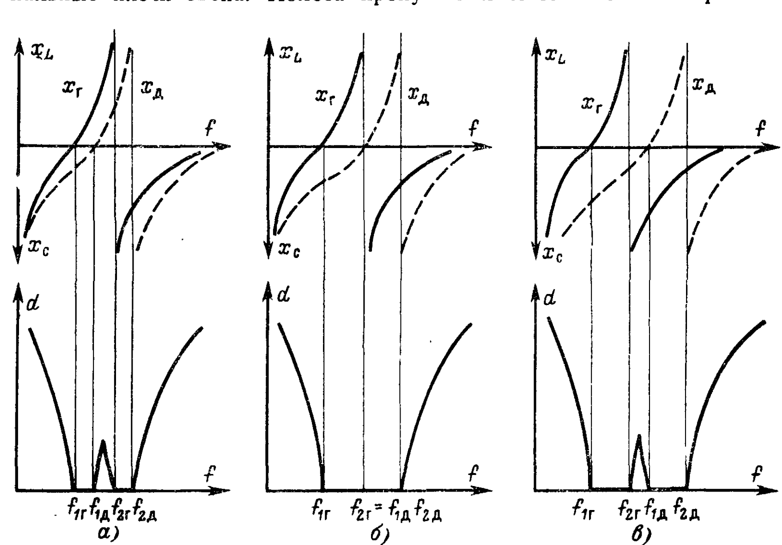



Рис. 8. Зависимость частотной характеристики мостового звена от отношения частот кварцевых резонаторов.

*а* — частоты кварцевых резонаторов разнесены недостаточно; *б* — частоты кварцевых резонаторов разнесены правильно; *в* — частоты кварцевых резонаторов разнесены слишком широко.

полосе частот, в которой реактивные сопротивления кварцевых резонаторов имеют разные знаки. На частотах, где реактивные сопротивления кварцевых резонаторов имеют одинаковые знаки, мостовое звено вносит затухание согласно формуле (1). Для получения заданной полосы пропускания без провалов необходимо, чтобы $f_{1д} = f_{2г}$; $\Delta f = f_{2д} - f_{1г}$, где $f_{1д}$ и $f_{2д}$ — частоты последовательного и параллельного резонансов кварцевого резонатора, включенного в диагональное плечо звена; $f_{1г}$ и $f_{2г}$ — частоты последовательного и параллельного резонансов кварцевого резонатора, включенного в горизонтальное плечо звена.

Согласно формуле (2) разность частот между последовательным и параллельным резонансами кварцевого резонатора можно уменьшить, подключая к нему последовательно или параллельно дополни-

тельные конденсаторы. При необходимости разность частот можно увеличить, подключая последовательно или параллельно кварцевому резонатору дополнительные катушки индуктивности. Однако для большинства типов кварцевых резонаторов разность частот $f_1$ и $f_2$ слишком большая, особенно для фильтра с полосой пропускания 400 Гц, и прибегать к применению катушек индуктивностей не приходится. Варьируя конденсаторами, подключенными последователь-

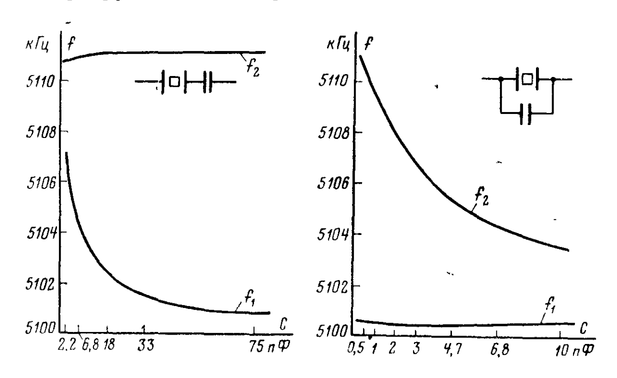



Рис. 9. Зависимость частот кварцевого резонатора от емкостей дополнительных конденсаторов.

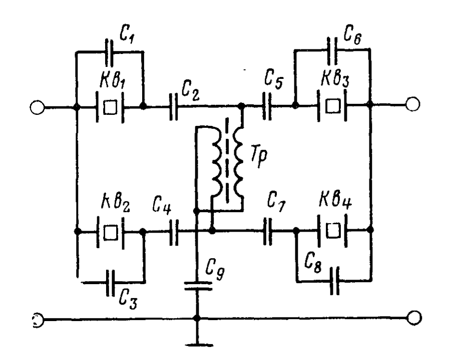



Рис. 10. Принципиальная схема четырехкристального фильтра.

но и параллельно кварцевому резонатору, можно менять частоты $f_1$ и $f_2$ в пределах нескольких килогерц. На рис. 9 показана зависимость частот $f_1$ и $f_2$ кварцевого резонатора 14ГУ 5100 кГц от емкостей дополнительных конденсаторов.

Принципиальная схема четырехкристального фильтра с полосой пропускания 400 Гц приведена на рис. 10. Конденсаторы $C_1$—$C_8$ служат для установления частот последовательного и параллельного резонансов кварцевых резонаторов. Конденсатор $C_9$ включен для ней-

Таблица 3

| Кварцевый резонатор | Частота $f_1$ | Частота $f_2$ |
|---|---|---|
| $Кв_1$, $Кв_3$ | $f_0$+400 Гц | $f_0$+600 Гц |
| $Кв_2$, $Кв_4$ | $f_0$+600 Гц | $f_0$+800 Гц |

трализации индуктивности рассеяния трансформатора *Тр*. Методика подбора емкостей конденсаторов $C_1$—$C_9$ приведена в гл. 3. Резонансные частоты $f_1$ и $f_2$ кварцевых резонаторов в комбинации с дополнительными конденсаторами приведены в табл. 3, где $f_0$ — частота генерации опорного гетеродина.

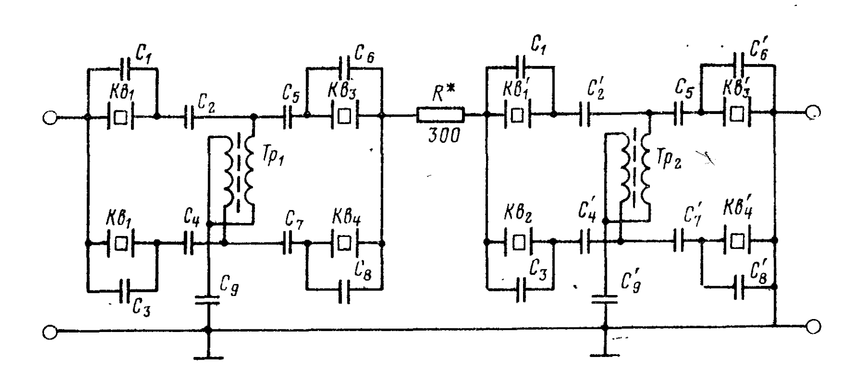



Рис. 11. Принципиальная схема восьмикристального фильтра.

Принципиальная схема восьмикристального фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц приведена на рис. 11. Она состоит из двух четырехкристальных звеньев, соединенных через резистор сопротивлением 300 Ом. Резонансные частоты кварцевых резонаторов в комбинации с дополнительными конденсаторами приведены в табл. 4.

Таблица 4

| Кварцевый резонатор | Частота $f_1$ | Частота $f_2$ |
|---|---|---|
| $Кв_1$, $Кв_3$, $Кв_5$, $Кв_7$ | $f_0$+400 Гц | $f_0$+1500 Гц |
| $Кв_2$, $Кв_4$, $Кв_6$, $Кв_8$ | $f_0$+1500 Гц | $f_0$+2600 Гц |

**Усилитель промежуточной частоты** совместно с детектором, усилителем низкой частоты и схемой АРУ объединены в общий функциональный узел $У_6$ (см. рис. 2). Усилитель промежуточной ча-

стоты двухкаскадный. Первый каскад (лампа $Л_9$) используется как в режиме приема, так и в режиме передачи. В анодную цепь лампы включен колебательный контур, образованный катушкой индуктивности $L_{17}$ и емкостью экранированного провода, соединяющего контакт *3* платы $У_6$ с первой сеткой лампы $Л_3$. Емкость этого провода составляет 40—50 пФ. Ввиду того, что полоса пропускания контура довольно широкая, некоторая нестабильность емкости экранированного провода не сказывается на параметрах усилителя. Усиление каскада регулируется напряжением, поступающим с детектора АРУ. Напряжение АРУ на первую сетку лампы подается через резистор $R_{121}$. Сопротивление резистора $R_{121}$ подобрано из условия согласования входа усилителя с выходом кварцевого фильтра. Экранная сетка лампы питается через гасящий резистор $R_{122}$. На плате $У_6$ сделан вывод от экранной сетки лампы $Л_9$, с которого снимается напряжение для $S$-метра.

Второй каскад усилителя промежуточной частоты, выполненный на лампе $Л_{10}$, используется только в режиме приема. В анодную цепь лампы $Л_{10}$ включен колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности $L_{18}$ и конденсатора $C_{102}$. Конденсатор $C_{105}$ — разделительный, через него сигнал промежуточной частоты подается на детектор. Экранная сетка лампы питается напряжением +110 В, поступающим через вывод *11* платы $У_6$. В режиме передачи полярность напряжения на экранной сетке переключается на отрицательную, и лампа полностью закрывается. Усиление каскада регулируется напряжением АРУ, поступающим со схемы сравнения.

Аноды ламп $Л_9$ и $Л_{10}$ питаются напряжением +250 В через развязывающие цепочки $R_{123}$, $C_{99}$ и $R_{125}$, $C_{106}$. Обе лампы — типа 6К4П.

**Детектор и усилитель низкой частоты.** Детектор собран по схеме односеточного преобразователя на левой половине лампы $Л_{11}$. Сигнал промежуточной частоты подводится к сетке лампы. Напряжение смещения сетки фиксировано делителем $R_{126}$, $R_{127}$. Сигнал опорного гетеродина подводится к катоду лампы. Низкочастотный сигнал, выделившийся на анодной нагрузке детектора, через разделительный конденсатор $C_{108}$ подается на сетку правой половины лампы $Л_{11}$. Высокочастотные составляющие преобразования закорачиваются конденсатором $C_{107}$. Напряжение смещения на правой половине $Л_{11}$ устанавливается с помощью делителя $R_{131}$, $R_{132}$.

Усиленный низкочастотный сигнал с правого анода лампы $Л_{11}$ через разделительный конденсатор $C_{110}$ подается на первую сетку пентодной части лампы $Л_{12}$, на которой построен второй касад усилителя низкой частоты. Конденсатор $C_{111}$ снижает усиление на высоких частотах. Напряжение смещения на первую сетку снимается с делителя $R_{134}$, $R_{135}$. К аноду лампы $Л_{12}$ подключен выходной трансформатор $Тр_3$, размещенный на плате $У_4$. Низкоомная нагрузка (громкоговоритель) подключается ко вторичной обмотке выходного трансформатора. Высокоомная нагрузка (головные телефоны) подключается к аноду пентодной части лампы $Л_{12}$ через разделительный конденсатор $C_{79}$, размещенный на плате $У_4$.

Экранная сетка пентодной части лампы $Л_{12}$ и аноды лампы $Л_{11}$ питаются напряжением +110 В через вывод *11* платы $У_6$. В режиме передачи полярность питающего напряжения переключается на отрицательную, и обе лампы закрываются. Во избежание фона переменного тока нить накала лампы $Л_{11}$ питается от отдельной обмотки силового трансформатора. Кроме того, на нить накала подается положительный потенциал +120 В.

Лампа $Л_{11}$ — типа 6Н1П, лампа $Л_{12}$ — типа 6Ф1П. При необходимости получить большую выходную мощность вместо лампы 6Ф1П можно применить лампы типов 6Ф3П, 6Ф5П и др.

**Смеситель передатчика** построен на гептодной части лампы $Л_3$ типа 6И1П. Сигнал промежуточной частоты подводится к первой сетке. На третью сетку поступает сигнал с усилителя-умножителя частоты гетеродина. Сигнал разностной или суммарной частоты (в зависимости от диапазона) выделяется на колебательном контуре, включенном в анодную цепь лампы. Анодный контур состоит из конденсатора переменной емкости $C_{30}$ *Настройка* и одной из катушек индуктивности $L_5$—$L_9$ (в зависимости от диапазона). На диапазонах 14, 21 и 28 МГц для большей плавности настройки последовательно с конденсатором $C_{30}$ включается дополнительный конденсатор $C_{29}$. Анод лампы питается напряжением +250 В, поступающим через развязывающую цепочку $R_{29}$, $C_{28}$. Напряжение на экранную сетку подается также от источника +250 В через гасящий резистор $R_{34}$. В режиме приема резистор $R_{34}$ отключается от источника +250 В и подключается к напряжению — 100 В, что обеспечивает надежное закрывание лампы. Напряжение смещения на первую сетку лампы поступает через дроссель $Др_3$ с делителя $R_{47}$, $R_{48}$. Верхний (по схеме) конец резистора $R_{47}$ подключен к напряжению —12 В. Нижний (по схеме) конец резистора $R_{48}$ через контакты переключателя $B_2$ *Род работы* подключен к шасси трансивера. В положении переключателя $B_2$ *CW* резистор $R_{48}$ от шасси отключается и через дополнительный резистор $R_{49}$ подключается к напряжению — 100 В, что приводит к закрыванию лампы. Телеграфная манипуляция осуществляется посредством замыкания контактов *1* и *2* разъема *Ключ*. При замыкании этих контактов точка соединения резисторов $R_{48}$ и $R_{49}$ подключается к шасси и работа смесителя восстанавливается.

Коэффициент передачи смесителя равен произведению крутизны лампы в режиме преобразования частоты на эквивалентное сопротивление анодного контура. Ввиду того, что эквивалентное сопротивление анодного контура убывает с увеличением частоты, уменьшается и коэффициент передачи смесителя. В лампе смесителя передатчика применены два вида смещения: фиксированное и автоматическое. Автоматическое смещение подбирается для каждого диапазона выбором сопротивлений резисторов $R_{24}$—$R_{27}$. Эти сопротивления выбираются так, чтобы компенсировать не только частотно-зависимое снижение коэффициента передачи смесителя, но и снижение коэффициента передачи усилителя высокой частоты передатчика.

**Усилитель высокой частоты передатчика** собран на лампе $Л_5$ типа 6П15П. Напряжение смещения первой сетки устанавливается делителем $R_{36}$, $R_{37}$. Нижний (по схеме) конец резистора $R_{36}$ подключен к источнику —12 В, а резистора $R_{37}$ — к делителю напряжения смещения смесителя $R_{47}$, $R_{48}$. Таким образом, телеграфная манипуляция осуществляется одновременно в смесителе и в усилителе высокой частоты, что обеспечивает полное отсутствие сигнала при не нажатом ключе. Экранная сетка лампы питается напряжением +250 В через гасящий резистор $R_{38}$. Для закрывания лампы в режиме приема напряжение +250 В отключается и на экранную сетку подается напряжение —100 В.

На первую сетку лампы через разделительный конденсатор $C_{40}$ поступает высокочастотный сигнал из анодного контура смесителя. Усиленный сигнал снимается с анодного контура, состоящего из конденсатора переменной емкости $C_{31}$ и одной из катушек индуктивности

$L_{10}$—$L_{14}$. Как и в смесительном контуре, на диапазонах 14, 21 и 28 МГц последовательно конденсатору $C_{31}$ включается дополнительный конденсатор $C_{43}$. Конденсатор переменной емкости $C_{31}$ механически связан с конденсатором $C_{30}$. Оба конденсатора настраиваются общей ручкой — *Настройка.*

Для повышения устойчивости в усилителе применена сеточная нейтрализация. Схема нейтрализации показана на рис. 12. Ток $I_{ag}$, вызванный напряжением входного сигнала, компенсируется в анодном контуре током нейтрализации $I_н$, протекающим через конденсатор $C_{33}$.

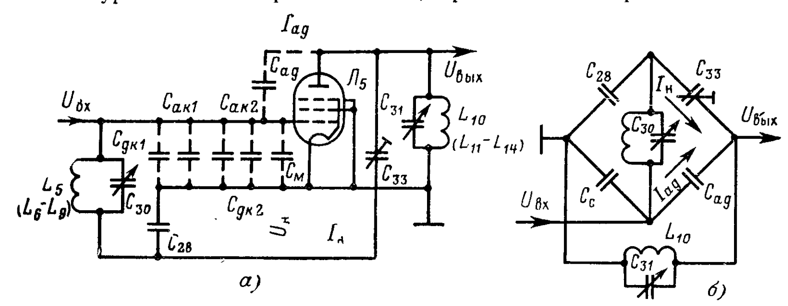



Рис. 12. Схемы нейтрализации УВЧ передатчика.

*а* — **принципиальная;** *б* — **эквивалентная.**

Емкость $C_{ag}$ образована проходной емкостью ламп $Л_4$ и $Л_5$ и емкостью монтажа между сеточной и анодной цепями. Ток нейтрализации $I_н$ вызван напряжением $U_н$, находящимся в противофазе по отношению к напряжению входного сигнала. Напряжение нейтрализации

$$U_н = U_{вх} C_c / C_{28}; \quad (3)$$

здесь $C_c = C_{gk1} + C_{ak1} + C_{ak2} + C_{gk2} + C_м$, где $C_{gk1}$ — емкость сетка — катод лампы $Л_2$; $C_{ak1}$ — емкость анод — катод лампы $Л_3$; $C_{ak2}$ — емкость анод — катод лампы $Л_4$; $C_{gk2}$ — емкость сетка — катод лампы $Л_5$; $C_м$ — емкость монтажа сеточного контура.

Сеточный и анодный контуры усилителя включены в диагонали моста, образованного емкостями $C_{28}$, $C_c$, $C_{33}$, $C_{ag}$ (рис. 12, *б*). Прямое прохождение входного сигнала в анодный контур и обратная реакция на смеситель отсутствуют при $I_{ag} = I_н$. При этом мост уравновешен.

Учитывая, что ток $I_{ag}$ пропорционален $U_{вх}C_{ag}$, а ток $I_н$ пропорционален $U_н C_{33}$, условие равновесия моста можно записать в виде

$$U_{вх} C_{ag} = U_н C_{33}$$

или с учетом выражения (3)

$$C_{33} / C_{ag} = C_{28} / C_c. \quad (4)$$

Ввиду того, что емкости $C_{ag}$ и $C_c$ зависят от качества монтажа и точно оценить их значение невозможно, в качестве нейтрализиру-

ющей емкости применен подстроечный конденсатор $C_{33}$ с пределами подстройки 2—7 пФ.

Анод лампы $Л_5$ питается напряжением +300 В через дроссель $Др_4$ (см. рис. 2). Напряжение +300 В снимается с первого конденсатора $C_{63}$ сглаживающего фильтра выпрямителя +250 В. Относительно большая пульсация напряжения на этом конденсаторе не влияет на качество сигнала, так как связь усилителя высокой частоты с усилителем мощности большая и усилитель работает в недонапряженном режиме.

**Усилитель мощности** собран на параллельно включенных лампах $Л_7$ и $Л_8$ типа ГУ50, включенных по схеме с общим катодом. Напряжение смещения на первых сетках ламп устанавливается при помощи потенциометра $R_{52}$ *Смещение.* Чтобы предотвратить повреждение ламп при неправильной установке потенциометра, нижний предел регулирования напряжения смещения ограничен резистором $R_{50}$. Развязывающий фильтр $R_{44}$, $R_{45}$, $C_{56}$ и дроссель $Др_{10}$ служат для устранения возможного прохождения высокочастотного сигнала в цепи питания и АРУ. Возбуждающий сигнал из усилителя высокой частоты поступает на сетки ламп через разделительный конденсатор $C_{53}$ и антипаразитные дроссели $Др_8$ и $Др_9$, зашунтированные резисторами $R_{42}$, $R_{43}$. Лампы усилителя мощности работают в классе АВ1, т. е. без тока первых сеток. Ток сетки, появляющийся в случае перекачки усилителя или из-за чрезвычайно слабой связи с антенной, вызывает падение напряжения на резисторе $R_{44}$. Это напряжение подается в схему автоматической регулировки уровня, которая снижает уровень возбуждающего сигнала.

Экранные сетки ламп, как и в других каскадах передатчика, питаются напряжением +250 В. Конденсатор $C_{54}$ блокирует экранные сетки по высокой частоте. В режиме приема лампы закрываются напряжением —100 В, которое подается на экранные сетки вместо питающего напряжения.

В анодную цепь усилителя включен П-образный контур, служащий для согласования эквивалентного сопротивления усилителя с сопротивлением антенны. П-контур состоит из конденсаторов переменной емкости $C_{47}$ и $C_{48}$ и включенной между ними катушки индуктивности $L_{15}$. В диапазоне 7 МГц часть витков катушки $L_{15}$ закорачивается. В диапазоне 14 МГц параллельно катушке $L_{15}$ подключается дополнительная катушка $L_{16}$. В диапазонах 21 и 28 МГц параллельно катушке $L_{15}$ подключается только часть витков катушки $L_{16}$.

Конденсатор переменной емкости $C_{47}$ *Анод* служит для настройки контура в резонанс. В диапазоне 3,5 МГц параллельно конденсатору $C_{47}$ подключается дополнительный конденсатор $C_{51}$. Согласование П-образного контура с антенной осуществляется конденсатором переменной емкости $C_{48}$ *Нагрузка.* В диапазоне 3,5 МГц параллельно конденсатору $C_{48}$ подключается конденсатор $C_{52}$. Следует отметить, что при такой схеме контура получить оптимальное согласование усилителя мощности с антенной не удается. Это объясняется тем, что при наивысшей частоте настройки контура (29,7 МГц) емкость первого конденсатора в П-контуре (эквивалентное сопротивление ламп около 3,1 кОм) должна составлять около 20 пФ. В то же время емкость анод—катод двух ламп типа ГУ50 составляет около 18 пФ. С учетом начальной емкости конденсатора $C_{47}$, межвитковой емкости дросселя $Др_5$ и емкости монтажа общая минимальная емкость первого конденсатора в П-контуре достигает 30 пФ. Для уменьше-

ния составляющих этой емкости монтаж П-контура следует выполнять очень аккуратно.

Разделительный конденсатор $C_{50}$ необходимо крепить ребром к шасси или на диэлектрическом основании на некотором расстоянии от шасси. Дроссель $Др_5$ следует наматывать проводом диаметром не более 0,3 мм, начало обмотки — с шагом 1 мм. Начальную емкость конденсатора переменной емкости можно значительно уменьшить, обрезав часть статорных пластин (рис. 13). Однако сделать общую

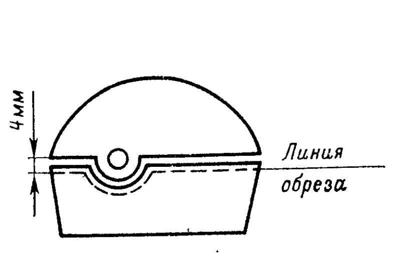


Рис. 13. Доработка конденсатора переменной емкости.

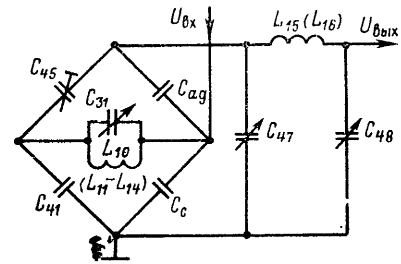


Рис. 14. Эквивалентная схема нейтрализации усилителя мощности.

минимальную емкость менее 25—26 пФ не удается, и на диапазоне 28 МГц мощность, поступающая в антенну, на 15—20% меньше, чем на остальных диапазонах.

В усилителе мощности применена сеточная нейтрализация про ходной емкости. Эквивалентная схема цепи нейтрализации приведена на рис. 14. Емкость $C_{ag}$ состоит из проходной емкости ламп $Л_7$ и $Л_8$ (см. рис. 2), емкости между контактами реле $P_2$ и монтажной емкости между сеточной и анодной цепями усилителя. Емкость $C_c$ состоит из емкостей сетка — катод ламп $Л_4$, $Л_7$, $Л_8$, емкости анод — катод лампы $Л_5$ и емкости монтажа сеточной цепи усилителя. В качестве емкости нейтрализации применен подстроечный конденсатор $C_{45}$ с воздушным диэлектриком, способный выдержать напряжение до 3 кВ.

Аноды ламп $Л_7$, $Л_8$ питаются напряжением +1000 В через дроссель $Др_5$. В аноды ламп включены антипаразитные дроссели $Др_6$, $Др_7$, зашунтированные резисторами $R_{40}$ и $R_{41}$. Разделительный конденсатор $C_{50}$ изолирует антенную цепь от постоянного анодного напряжения. Резистор $R_{39}$ предназначен для разряда статического электричества антенны.

Настройка П-контура контролируется миллиамперметром $mA(S, I_a)$, который в режиме передачи подключается к катодам ламп $Л_7$, $Л_8$. Шунтом миллиамперметра служит резистор $R_{46}$. Конденсатор $C_{57}$ препятствует проникновению токов высокой частоты в цепь миллиамперметра.

**Усилитель высокой частоты приемника** собран на пентоде $Л_4$ типа 6К13П с логарифмической характеристикой. В режиме приема П-контур служит трансформатором сопротивлений, позволяющим повысить сопротивление антенны, составляющее примерно от 50—75 Ом до 3—4 кОм. Выход П-контура через конденсатор связи $C_{49}$ соединен с контуром, образованным конденсатором переменной

ёмкости $C_{31}$ и одной из катушек индуктивности $L_{10}$—$L_{14}$ (в зависимости от диапазона). Емкость конденсатора связи $C_{49}$ подобрана так, чтобы на диапазоне 14 МГц связь между контурами была критической.

Такая схема входной цепи не позволяет получить оптимальной связи между контурами на всех диапазонах. Однако благодаря тому, что добротность контуров на диапазонах 3, 5 и 7 МГц выше, чем на диапазоне 14 МГц, а на диапазонах 21 и 28 МГц — ниже, связь между контурами на всех диапазонах близка к критической.

Разделительный конденсатор $C_{38}$ изолирует управляющую сетку лампы $Л_4$ от анодного напряжения +300 В, имеющегося на контуре $C_{31}$, $L_{10}$. Неоновая лампочка $Л_6$ предохраняет контакты реле $P_2$ от пробоя большим высокочастотным напряжением, появляющимся на П-контуре в режиме передачи.

Анод лампы $Л_4$ соединен с анодом лампы $Л_3$, и в качестве анодного контура усилителя высокой частоты приемника используется контур смесителя передатчика $C_{30}$, $L_5$ ($L_6$—$L_9$). Комплексное использование высокочастотных контуров приводит к увеличению монтажных емкостей. Кроме того, переходные емкости ламп $Л_4$ и $Л_5$ соединены параллельно. Все это с учетом высокой крутизны лампы 6К13П не позволяет добиться устойчивой работы усилителя без применения нейтрализации. Однако сеточная нейтрализация повышает коэффициент шума усилителя (особенно на высокочастотных диапазонах) за счет отрицательной обратной связи на сетку лампы. Действительно, емкость $C_c$ (см. рис. 12) включена в одно из плеч моста, и напряжение $U_{вых}$, противоположное по фазе напряжению входного сигнала $U_{вх}$, делится между емкостями $C_c$ и $C_{ag}$.

Указанного недостатка не имеет анодная нейтрализация, примененная в усилителе высокой частоты приемника. Схема нейтрализации приведена на рис. 15. Для компенсации тока, протекающего через проходную емкость $C_{ag}$, используется ток через конденсатор $C_{33}$. Ток через емкость $C_{ag}$ пропорционален $U_{вых}C_{ag}$, ток через конденсатор $C_{33}$ пропорционален $U_{вых}C_aC_{33}/C_{28}$. Тогда условие компенсации обратной реакции запишется в виде

$$C_{33}/C_{ag} = C_{28}/C_a.$$

При сравнении условий анодной и сеточной нейтрализации (4) находим полное их совпадение. Действительно, составляющие емкости $C_{ag}$ анодной нейтрализации усилителя приемника те же, что и для сеточной нейтрализации усилителя передатчика, а емкости $C_a$ и $C_c$ составлены из одних и тех же составляющих, значит, емкость конденсатора $C_{33}$ тоже должна быть одинакова. Таким образом, отрегулировав нейтрализацию усилителя высокой частоты передатчика, автоматически получаем устойчивую работу усилителя высокой частоты приемника.

Экранная сетка лампы $Л_5$ питается напряжением +110 В. В режиме передачи полярность питающего напряжения переключается на отрицательную, и лампа закрывается. Анод лампы питается напряжением +250 В через резистор $R_{29}$.

Регулировка усиления осуществляется напряжением, поступающим из схемы АРУ. Ввиду того, что первая сетка лампы через конденсатор $C_{38}$, катушки индуктивности $L_{10}$—$L_{14}$ и дроссель $Др_4$ соединена с выпрямителем +300 В, пульсация напряжения на конденсаторе $C_{63}$ может привести к модуляции принимаемого сигнала фоном

переменного тока. Для предотвращения этого явления в цепь первой сетки включен дроссель $Др_{15}$, имеющий малое сопротивление по постоянному току. Во избежание нежелательных резонансов дроссель $Др_{15}$ шунтирован резистором $R_{35}$.

Связь усилителя с кварцевым калибратором осуществляется через емкость монтажа. Провод, идущий от кварцевого калибратора, припаян к центральному лепестку панели лампы $Л_4$. Такая связь вполне достаточна для уверенного прослушивания сигнала кварцевого калибратора на всех диапазонах.

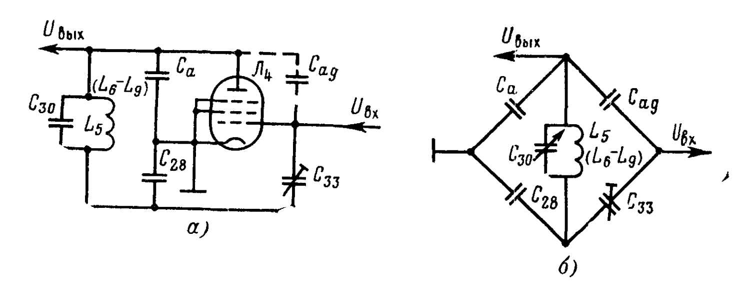



Рис. 15. Схемы нейтрализации УВЧ приемника.

*а* — принципиальная; *б* — эквивалентная.

**Смеситель приемника** собран на лампе $Л_2$ типа 6Ж2П. Принимаемый сигнал, усиленный усилителем высокой частоты, через разделительный конденсатор $C_{32}$ подается на первую сетку лампы. Сигнал гетеродина с выхода усилителя-умножителя частоты подается на третью сетку лампы. В анодную цепь лампы включен трансформатор $Тр_2$, предназначенный для согласования выходного сопротивления смесителя с входным сопротивлением кварцевых фильтров. Индуктивность первичной обмотки трансформатора совместно с конденсатором $C_{117}$ образует колебательный контур, настроенный на промежуточную частоту. Сигнал промежуточной частоты снимается со вторичной обмотки трансформатора.

Экранная сетка лампы $Л_2$, как и всех ламп, работающих только в режиме приема, питается напряжением +110 В. Закрывание лампы в режиме передачи осуществляется переключением полярности питающего напряжения на отрицательную. Анод лампы питается напряжением +250 В через развязывающую цепочку $R_{90}$, $C_{116}$.

Регулировка коэффициента передачи смесителя осуществляется схемой АРУ через делитель напряжения $R_{31}$, $R_{33}$. Делитель напряжения необходим для согласования пределов изменения регулирующего напряжения с характеристикой лампы 6Ж2П.

Перекрестная модуляция в смесителе уменьшается с увеличением напряжения гетеродина. При неизменном смещении на первой сетке подбором емкости разделительного конденсатора $C_{35}$ можно установить такое напряжение гетеродина, при котором перекрестная модуляция уменьшилась бы в 10—20 раз. Однако существенное уменьшение перекрестной модуляции возможно только в узком диапазоне регулирующего напряжения. Если смещение на первой сетке зафиксировать подключением нижнего (по схеме) конца резистора

$R_{31}$ к источнику —12 В, а сопротивление резистора $R_{33}$ уменьшить до 68 кОм, динамический диапазон приемника по перекрестным искажениям можно расширить до 90—93 дБ. При этом автоматическая регулировка усиления заметно ухудшается.

Существенного улучшения избирательности приемника можно добиться увеличением коэффициента передачи смесителя с одновременным снижением коэффициента передачи усилителя высокой частоты. При модификации трансивера была разработана схема, представленная на рис. 16, *а*. Смещение на первой сетке лампы поддержива-

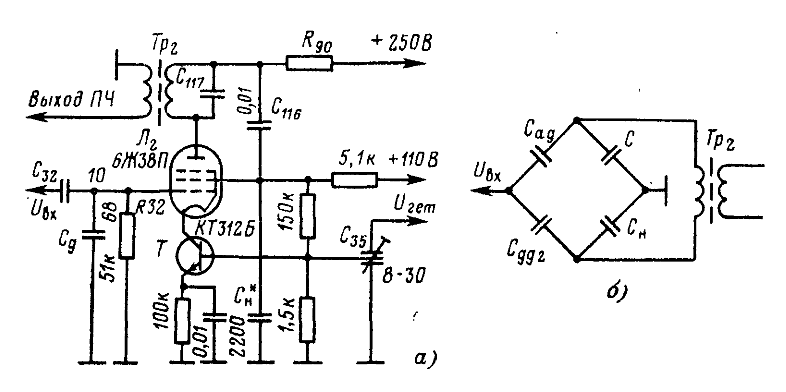



Рис. 16. Модификация смесителя приемника.

*а* — принципиальная схема; *б* — эквивалентная схема моста нейтрализации.

ется постоянным за счет стабилизатора тока (транзистор *T* типа КТ312Б), включенного в катодную цепь лампы. Напряжение гетеродина подается на базу транзистора *T* через подстроечный дифференциальный конденсатор $C_{35}$. Сигнал с усилителя высокой частоты подается через емкостный делитель $C_{32}$, $C_g$. Подстройкой конденсатора $C_{35}$ можно добиться полного устранения нелинейных эффектов в динамическом диапазоне от 1 мкВ до 80 мВ, т. е. при изменении сигнала на входе приемника на 98 дБ.

Применение лампы типа 6Ж38П с высокой крутизной характеристики привело к необходимости введения анодной нейтрализации. Эквивалентная схема моста нейтрализации показана на рис. 16, *б*. Роль нейтродинного конденсатора выполняет межэлектродная емкость лампы: первая сетка — экранная сетка. Условие устойчивости этой схемы:

$$C_{gg2}/C_{ag} = C_н/C_{ак}.$$

**Схема автоматической регулировки усиления и уровня** состоит из усилителя АРУ, детектора АРУ и схемы сравнения. Усилитель АРУ собран на триодной части лампы $Л_{12}$ типа 6Ф1П. Низкочастотный сигнал с усилителя низкой частоты через разделительный конденсатор $C_{109}$ поступает на сетку лампы. Катод лампы соединен с шасси, а смещение на сетке устанавливается делителем напряжения $R_{133}$, $R_{143}$. Анодной нагрузкой лампы служит резистор $R_{138}$. Анод усилителя АРУ питается напряжением +250 В.

Детектор АРУ выполнен по схеме удвоения напряжения на диодах $Д_{29}$, $Д_{30}$. Оба диода кремниевые, типа Д220. Низкочастотный сигнал, усиленный усилителем АРУ, через разделительный конденсатор $C_{112}$ подается на анод диода Д29. К аноду диода $Д_{30}$ подводится напряжение задержки, снимаемое с делителя $R_{136}$, $R_{140}$. Детектор АРУ работает следующим образом. В исходном состоянии диоды $Д_{29}$, $Д_{30}$ закрыты напряжением задержки. Разделительный конденсатор $C_{112}$ заряжен до анодного напряжения лампы $Л_{12}$, а конденсатор фильтра $C_{113}$ — до напряжения задержки. В течение положительной полуволны низкочастотного сигнала, снимаемого с анода усилителя АРУ, диод $Д_{30}$ остается закрытым, а диод $Д_{29}$ пропускает ток, дозаряжающий конденсатор $C_{112}$ до напряжения, превышающего анодное напряжение лампы $Л_{12}$ на амплитуду низкочастотного сигнала. С окончанием положительной полуволны диод $Д_{29}$ закрывается, и к катоду диода $Д_{30}$ прикладывается отрицательное напряжение, равное сумме амплитуды низкочастотного сигнала и напряжения дозаряда конденсатора $C_{112}$. Таким образом, напряжение, приложенное к катоду диода $Д_{30}$, равно двойной амплитуде низкочастотного сигнала, снимаемого с анода лампы усилителя АРУ. Если это напряжение превышает напряжение задержки, диод $Д_{30}$ начинает проводить ток, дозаряжающий конденсатор фильтра $C_{113}$.

С конденсатора $C_{113}$ напряжение АРУ через сглаживающий фильтр $R_{137}$, $C_{115}$ подается на первый каскад усилителя промежуточной частоты и на схему сравнения. В качестве опорного напряжения на второй вход схемы сравнения подается отрицательное напряжение, снимаемое с движка потенциометра $R_{119}$ *Усиление*. Схема сравнения собрана по принципу логической схемы ИЛИ на диодах $Д_{31}$—$Д_{33}$. Если опорное напряжение более отрицательное, чем напряжение АРУ, диод $Д_{33}$ открывается, а диоды $Д_{31}$ и $Д_{32}$ закрываются. И наоборот, если напряжение АРУ становится более отрицательным, чем опорное напряжение, диоды $Д_{31}$, $Д_{32}$ открываются, а диод $Д_{33}$ закрывается. Таким образом, на выход схемы сравнения проходит только одно (более отрицательное) из входных напряжений. С выхода схемы сравнения регулирующее напряжение подается на второй каскад усилителя промежуточной частоты, а также на смеситель и усилитель высокой частоты приемника.

Между диодами $Д_{31}$ и $Д_{32}$ включен интегрирующий конденсатор $C_{114}$. Время срабатывания АРУ определяется постоянной времени цепочки $R_{137}$, $C_{114}$ и равно примерно 100 мс. Время разряда цепи АРУ определяется постоянной времени цепочки, состоящей из конденсатора $C_{114}$ и последовательно соединенных резисторов $R_{31}$, $R_{33}$. Время разряда — около 1,5 с. Таким образом, АРУ срабатывает очень быстро — при первом пике принимаемого сигнала, а медленный разряд цепи АРУ позволяет выдерживать регулирующее напряжение пропорциональным среднему значению уровня принимаемого сигнала. Ручное регулирование усиления производится с помощью потенциометра $R_{119}$. Когда опорное напряжение становится более отрицательным, чем напряжение АРУ, диод $Д_{32}$ закрывается и отключает интегрирующий конденсатор $C_{114}$ от цепи регулирования. Диоды $Д_{31}$—$Д_{33}$ — кремниевые, типа Д220. Для хорошей работы АРУ необходимо, чтобы обратное сопротивление диодов $Д_{31}$ и $Д_{33}$ было не менее нескольких мегаом.

Автоматическая регулировка уровня в режиме передачи происходит по низкочастотному сигналу перевозбуждения усилителя мощности, поступающему на детектор АРУ через конденсатор $C_{55}$. Работа

детектора АРУ в режиме передачи аналогична работе в режиме приема.

**Микрофонный усилитель** совместно с усилителем $S$-метра и мониторным генератором объединены в общий функциональный узел ($У_4$ — на рис. 2). Микрофонный усилитель — трехкаскадный, построенный на транзисторах $T_5$—$T_7$.

Низкочастотный сигнал с первого контакта гнезда *Микрофон* через потенциометр $R_{88}$ *Уровень микр.* подается на вход усилителя. Фильтр нижних частот, состоящий из резистора $R_{60}$ и конденсатора $C_{67}$, препятствует прохождению высокочастотных наводок на базу транзистора $T_5$. Для температурной стабилизации режима по постоянному току в цепь эмиттера транзистора $T_5$ включен резистор $R_{63}$. Чтобы повысить входное сопротивление усилителя, резистор $R_{63}$ не шунтирован конденсатором. Эмиттер транзистора $T_6$ связан с базой транзистора $T_5$ частотно-зависимой отрицательной обратной связью, формирующей амплитудно-частотную характеристику усилителя.

Третий каскад усилителя собран по схеме с общим эмиттером. Усилитель питается напряжением —12 В. В режиме приема питающее напряжение отключается. Транзистор $T_5$ — типа П27А или П28, транзисторы $T_6$ и $T_7$ — типа МП116.

**$S$-метр предназначен** для индикации относительного уровня принимаемого сигнала. Принцип работы $S$-метра основан на измерении напряжения АРУ. Ввиду того, что вольт-амперные характеристики ламп 6К13П и 6К4П, используемых в регулируемых каскадах приемника, близки к логарифмическим, напряжение АРУ в первом приближении может быть выражено следующим образом:

$$E_g = кE_з + \lg U_с,$$

где $к$ — постоянный коэффициент; $E_з$ — напряжение задержки АРУ; $U_с$ — амплитуда принимаемого сигнала.

Ток экранной сетки лампы $Л_9$, работающей в первом каскаде усилителя промежуточной частоты,

$$I_{g2} = E_g S_{g2},$$

где $S_{g2}$ — крутизна зависимости тока экранной сетки от напряжения на первой сетке.

Напряжение на экранной сетке лампы $Л_9$

$$E_{g2} = E_a - I_{g2} R_{122},$$

где $E_a$ — анодное напряжение.

После некоторого упрощения можно записать:

$$E_{g2} = S_{g2} R_{122} (E_a - кE_з) - S_{g2} R_{122} \lg U_с.$$

На транзисторах $T_8$ и $T_9$ построен усилитель постоянного тока, к выходу которого в режиме приема подключается миллиамперметр $mA(S, I_a)$. Вход усилителя включен между выпрямителем +12 В и делителем напряжения $R_{77}$, $R_{78}$, $R_{89}$. Делитель напряжения соединен с экранной сеткой лампы $Л_9$. Напряжение на входе усилителя постоянного тока

$$U_{вх\,УПТ} = к_д S_{g2} R_{122} (E_a - кE_з) - к_д S_{g2} R_{122} \lg U_с - 12.$$

Потенциометром $R_{89}$ *Нуль S-метра* можно установить коэффициент передачи делителя $\kappa_д$ таким, чтобы выполнялось условие

$$\kappa_д S_{g2} R_{122} (E_a - \kappa E_з) = 12.$$

Тогда

$$U_{вх\,УПТ} = k_д S_{g2} R_{122} \lg U_c.$$

Если сигнал на входе трансивера отсутствует, $U_{вх\,УТП} = 0$. В этом случае через транзистор $T_9$ протекает ток, а транзистор $T_8$ закрыт, и миллиамперметр, подключенный к выходу усилителя посто-

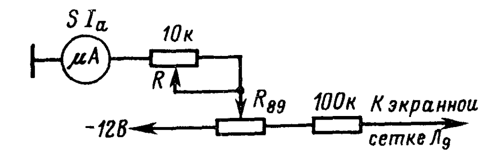



Рис. 17. Схема S-метра без усилителя постоянного тока.

янного тока, показывает только начальный ток коллектора транзистора $T_8$. С появлением сигнала на входе трансивера возрастает напряжение АРУ. Ток экранной сетки лампы $Л_9$ уменьшается, и напряжение на экранной сетке повышается. Следовательно, повышается и потенциал базы транзистора $T_9$. Ток коллектора транзистора $T_9$ уменьшается, а ток коллектора транзистора $T_8$, протекающий через миллиамперметр, увеличивается. Таким образом, показание стрелочного прибора (миллиамперметра) пропорционально логарифму амплитуды принимаемого сигнала.

Калибровка S-метра производится регулировкой коэффициента усиления усилителя постоянного тока при помощи потенциометра $R_{74}$, включенного в цепь отрицательной обратной связи.

Сразу после включения трансивера, пока катоды ламп нагреваются, ток экранной сетки лампы $Л_9$ равен нулю. Следовательно, напряжение на экранной сетке равно анодному напряжению. При этом потенциал базы транзистора $T_9$ может превышать напряжение на его эмиттере. Чтобы транзистор не вышел из строя, вход усилителя зашунтирован диодом $Д_{23}$.

В трансивере применен стрелочный прибор с конечным значением шкалы 30 мА. При больших входных сигналах стрелка S-метра может отклоняться за пределы шкалы, а ток через транзистор $T_8$ достигать 40—50 мА. При этом мощность на транзисторе может достигать 400 мВ. Чтобы транзистор $T_8$ не перегревался, его корпус помещается в небольшой радиатор. Оба транзистора $T_8$ и $T_9$ — типа МП116.

Если применить стрелочный прибор с конечным значением шкалы 200 мкА, усилитель постоянного тока можно исключить, а S-метр собрать согласно рис. 17. При этом калибровка S-метра производится потенциометром $R$ (10 кОм), включенным последовательно стрелоч-

ному прибору. Установка нуля *S*-метра производится потенциометром $R_{89}$.

**Мониторный генератор** предназначен для самопрослушивания телеграфной манипуляции. Мониторный генератор собран по схеме симметричного мультивибратора на транзисторах $T_{10}$, $T_{11}$. Питается генератор от источника +250 В через гасящий резистор $R_{79}$. Во избежание искажения («кваканья») выходного сигнала питающее напряжение застабилизировано стабилитроном $Д_{23}$. В режиме приема питающее напряжение отключается. В режиме передачи в положении *SSB* переключателя рода работы $B_2$ транзистор $T_{11}$ закрывается напряжением —12 В, поступающим из микрофонного усилителя через резистор $R_{85}$. В положении *CW* переключателя $B_2$ транзистор $T_{11}$ открывается, а транзистор $T_{10}$ закрывается отрицательным напряжением, поступающим через резистор $R_{81}$. При нажатии ключа второй конец резистора $R_{81}$ подключается к шасси, транзистор $T_{10}$ открывается и происходит запуск мониторного генератора.

Выходной сигнал через разделительный конденсатор $C_{77}$ подается на выходной трансформатор $Тр_3$. В режиме приема на выходном трансформаторе могут возникать значительные напряжения, особенно при приеме мощных станций. Чтобы транзистор $T_{11}$ не вышел из строя, его коллектор защищен диодом $Д_{24}$. Частота генерации может быть изменена подбором емкостей конденсаторов $C_{73}$ и $C_{75}$. Транзисторы $T_{10}$ и $T_{11}$ — типа МП111.

**Схема питания.** Трансивер питается от сети переменного тока напряжением 220 В. Включение питания осуществляется переключателем $B_2$ *Род работы*. Во всех положениях переключателя $B_2$, кроме *Выкл.*, первичная обмотка силового трансформатора $Тр_1$ подключается к питающей сети. Напряжение 6,3 В накала ламп $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$, $Л_5$, $Л_9$, $Л_{10}$ и $Л_{12}$ снимается с обмотки *III* (см. рис. 2). К той же обмотке трансформатора подключена лампочка $Л_1$ освещения.

Нить накала лампы $Л_{11}$ питается от отдельной обмотки *VII*. Напряжение 12,6 В накала ламп $Л_7$ и $Л_8$ снимается с обмотки *II*. К этой же обмотке подключен и выпрямитель +12 В, состоящий из диодов $Д_4$—$Д_7$ типа Д226Г. К выходу выпрямителя подключен сглаживающий конденсатор $C_{59}$. От этого выпрямителя питаются обмотки реле $P_1$ и $P_2$ и усилитель постоянного тока *S*-метра.

Выпрямитель, состоящий из диодов $Д_{17}$—$Д_{20}$ типа Д226Б, подключен к обмотке *VI*. Для повышения выпрямленного напряжения этот выпрямитель соединен последовательно с выпрямителем +12 В. На выходе выпрямителя включен сглаживающий фильтр, состоящий из конденсаторов $C_{63}$, $C_{64}$ и проволочных резисторов $R_{56}$, $R_{57}$. Напряжение +300 В снимается с первого конденсатора фильтра $C_{63}$. Этим напряжением питается анод лампы $Л_5$ усилителя высокой частоты передатчика.

Для получения напряжения +250 В используется падение напряжения на резисторе $R_{56}$. Этим напряжением питаются аноды ламп $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$, $Л_9$, $Л_{10}$, $Л_{12}$, экранные сетки ламп $Л_3$, $Л_5$, $Л_7$, $Л_8$ и мониторный генератор. Экранные сетки ламп $Л_2$, $Л_4$, $Л_{10}$, $Л_{12}$, аноды лампы $Л_{11}$, усилитель-умножитель частоты гетеродина и балансный смеситель питаются напряжением +110 В, которое снимается с делителя $R_{57}$, $R_{58}$, $R_{59}$. Для повышения стабильности напряжения здесь в качестве $R_{58}$ и $R_{59}$ применены варисторы типа СН1-2-1-56В.

Для получения напряжения +1000 В последовательно с выпрямителями +300 и +12 В включен выпрямитель, состоящий из диодов

$Д_9$—$Д_{16}$. В каждое плечо этого выпрямителя включены два последовательно соединенных диода типа Д226Б. Выпрямитель подключен к обмотке *V*. На выходе выпрямителя включены сглаживающие конденсаторы $C_{60}$, $C_{61}$ и высокочастотный фильтр, состоящий из дросселя $Др_{11}$ и конденсатора $C_{62}$. Напряжением +1000 В питаются аноды ламп усилителя мощности передатчика.

Однополупериодный выпрямитель напряжения —100 В подключен к обмотке *IV*. В выпрямителе применен диод $Д_8$ типа Д226Г. Сглаживающий фильтр состоит из проволочного резистора $R_{51}$ и конденсатора $C_{58}$. Напряжением —100 В питается цепь смещения ламп усилителя мощности. Кроме того, напряжение —100 В используется для запирания не работающих ламп в цепи ручного регулирования усиления и в цепи манипуляции.

Для получения стабильного напряжения —12 В к выпрямителю через проволочный резистор $R_{53}$ подключен стабилитрон $Д_{21}$ типа Д815Д. Напряжением —12 В питаются гетеродин перестраиваемой частоты, микрофонный усилитель, опорный гетеродин, кварцевый калибратор и цепь смещения ламп $Л_3$, $Л_5$, $Л_{11}$ и $Л_{12}$. Кроме того, напряжение —12 В используется в цепи задержки АРУ и в цепи независимой расстройкой частоты приемника.

**Схема коммутации.** Переключение диапазонов осуществляется переключателем $B_1$ *Диапазон* (см. рис. 2). Переключатель $B_1$ состоит из шести галет на пять положений и два направления.

Для переключений рода работы служит переключатель $B_2$. Он состоит из двух галет и имеет пять положений (*Выкл.*, *CW*, *Настр.*, *SSB* и *Калибр.*) и четыре направления. Первое направление (верхнее по схеме в переключателе $B_{2а}$) служит для включения (выключения) трансивера. Второе направление во всех положениях, кроме *CW*, замыкает цепь манипуляции. К общему контакту третьего направления (верхнего по схеме в переключателе $B_{2б}$) в режиме приема через контакты *10*, *12* реле $P_1$ подключается напряжение —12 В. В положении *Калибр*. напряжение —12 В подается на кварцевый калибратор. В режиме передачи через контакты *10*, *11* реле $P_1$ напряжение —12 В подключается к общему контакту четвертого направления. В положениях *CW* и *Настр*. напряжение —12 В подается на вывод *3* платы $У_5$ для расбалансировки балансного модулятора и сдвига частоты опорного гетеродина. В положении *SSB* напряжение —12 В подается на микрофонный усилитель.

Для переключений полосы пропускания приемника служит переключатель $B_3$ *Полоса*. Переключатель $B_3$ имеет два положения и четыре направления. Сигнал промежуточной частоты со вторичной обмотки трансформатора $Тр_2$ подается на общий контакт первого направления. В положении *У* (узкая полоса) сигнал промежуточной частоты поступает на вход фильтра с полосой пропускания 400 Гц. Выход этого фильтра через контакты третьего направления соединен со входом фильтра, имеющего полосу пропускания 2,4 кГц.

В положении *Ш* (широкая полоса) сигнал промежуточной частоты через третье направление подводится ко входу фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц. При этом фильтр с полосой пропускания 400 Гц отключается. Для уменьшения прохождения сигнала через межконтактную емкость переключателя свободные контакты переключателя через четвертое направление замыкаются на шасси. Второе направление переключателя $B_3$ не используется.

Переключение *Прием — Передача* осуществляется реле $P_1$ и $P_2$. Обмотки обоих реле подключены к выпрямителю +12 В. Реле сра-

батывают при замыкании контактов *2—3* в разъемах *Микрофон* или *Ключ*. Для переключений может применяться (по выбору оператора) ножная педаль или кнопка, установленная на микрофоне. Может быть применено и любое автоматическое устройство управления.

Контакты *1*, *2* реле $P_2$ служат для подключения входа усилителя высокой частоты приемника к выходу П-образного контура. Реле $P_2$ — типа РЭС-10 (РС4.524.302 или РС4.524.305) или РЭС-15 (РС4.591.004).

Реле $P_1$ содержит четыре группы переключающих контактов. Контакт *10* соединен со стабилизатором напряжения —12 В. В режиме приема напряжение —12 В через контакт *12* подается на потенциометр $R_{10}$, служащий для независимой подстройки частоты приемника, и на общий контакт верхнего (по схеме) направления переключателя $B_{2б}$.

В режиме передачи напряжение —12 В через контакт *11* подается на буферный усилитель опорного гетеродина, на делитель напряжения $R_{12}$, $Д_{34}$, служащий для установки напряжения на варикапе $Д_1$, и на общий контакт нижнего (по схеме) направления переключателя $B_{2б}$. К контакту *4* подсоединен стрелочный прибор *mA*. В режиме приема через контакт *6* стрелочный прибор подключается к выходу усилителя постоянного тока *S*-метра. В режиме передачи через контакт *5* стрелочный прибор подключается к катодам ламп $Л_7$, $Л_8$ усилителя мощности передатчика.

К контакту *1* подсоединены цепи, на которые питание подается только в режиме передачи, т. е. мониторный генератор и экранные сетки ламп $Л_3$, $Л_5$, $Л_7$ и $Л_8$. В режиме приема контакт *1* замыкается с контактом *3*, к которому подсоединен выпрямитель напряжения —100 В. В режиме передачи контакт *1* замыкается с контактом *2*, к которому подведено напряжение +250 В. К контакту *7* подсоединены цепи, требующие питания только в режиме передачи, т. е. экранные сетки ламп $Л_2$, $Л_4$, $Л_{10}$, $Л_{12}$ и аноды лампы $Л_{11}$. В режиме приема контакт *7* замкнут с контактом *9*, который соединен с делителем $R_{57}$, $R_{58}$, $R_{59}$, обеспечивающим стабильное напряжение +110 В. В режиме передачи контакт *7* замыкается с контактом *8*, к которому подсоединен выпрямитель напряжения —100 В. Реле $P_1$ — типа РЭС-22 (РФ4.500.131).

# Глава вторая

# КОНСТРУКЦИЯ ТРАНСИВЕРА

## 4. Конструктивные характеристики трансивера

Трансивер конструктивно выполнен в одном блоке (рис. 18). Габаритные размеры трансивера без учета выступающих частей (ручек управления, гнезд для подключения антенны, заземления и т. д.) 150×320×300 мм. Масса трансивера — около 10,5 кг.

Трансивер сохраняет все электрические параметры и характеристики, перечисленные в § 1, при изменении температуры окружающей среды от +5 до +35° С и при относительной влажности до 80% (при температуре +20° С).

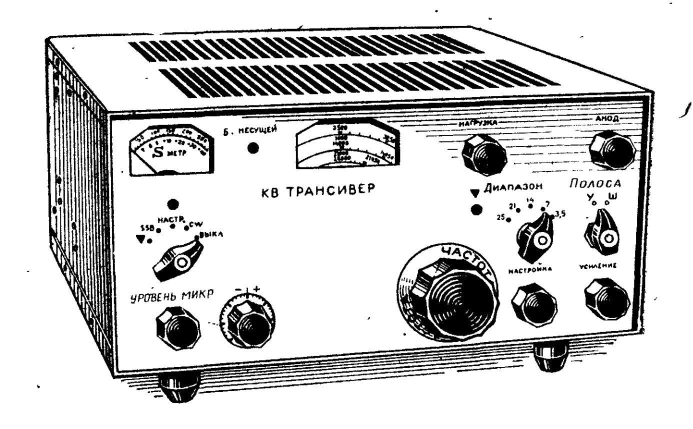



Рис. 18. Общий вид трансивера.

## 5. Эргономические характеристики трансивера

На лицевую панель трансивера выведено 10 ручек управления. Расположение ручек соответствует наиболее удобному подходу к основным органам управления. Главным органом управления является ручка основной настройки — *Частота.* Ручка расположена таким образом, что позволяет настраивать частоту трансивера, не отрывая руки от стола, что уменьшает утомляемость оператора. Это очень важно для радиоспортсменов, выступающих в длительных соревнованиях. Управление частотой настройки трансивера обычно производится левой рукой, так как правая рука оператора занята заполнением аппаратного журнала, и манипулированием телеграфным ключом. Исходя из этого ручка независимой подстройки частоты приемника расположена левее ручки основной настройки. Это очень удобно при работе на «общий вызов», когда в основном используется только ручка независимо подстройки частоты приемника.

Все ручки управления расположены в три ряда. В левом нижнем углу передней панели находится ручка *Уровень микр.*, пользоваться которой приходится крайне редко. Правее ручки основной настройки в нижнем ряду расположена ручка настройки высокочастотных контуров — *Настройка.* Настройка высокочастотных контуров обычно производится редко, в основном после переключения диапазона (при перестройке с телеграфного диапазона на телефонный или наоборот).

В правом нижнем углу передней панели расположена ручка ручной регулировки усиления — *Усиление*, управление которой в основном производится правой рукой оператора. Все три переключателя расположены в среднем ряду. В левой части передней панели находится переключатель *Род работы*, в правой — переключатели *Диапазон* и *Полоса.*

Ручки настройки П-образного контура (*Нагрузка* и *Анод*) расположены в верхнем ряду в правой части передней панели. Настройка П-образного контура обычно производится только после переключения диапазона при переходе с телеграфного участка на телефонный

или наоборот. Оператор правой рукой (ручкой *Анод*) настраивает П-образный контур в резонанс, а левой рукой (ручкой *Нагрузка*) подбирается связь с антенной.

Кроме перечисленных ручек управления, на лицевую панель трансивера выведены потенциометр $R_{116}$ *Баланс несущий* и сердечник катушки $L_1$ (орган калибровки шкалы), управление которыми производится с помощью отвертки. Шкалы основной настройки и *S*-метра расположены в верхней части передней панели. Обе шкалы находятся на уровне глаз оператора.

На заднюю панель трансивера под шлиц выведены потенциометры $R_{89}$ *Нуль S-метра* и $R_{52}$ *Смещение*. Пользоваться этими потенциометрами приходится только при замене ламп $Л_7$, $Л_8$, $Л_9$. Все гнезда и разъемы также размещены на задней панели.

Окраска трансивера оказывает эмоциональное воздействие на оператора и заметно влияет на его работоспособность. Для боковых стенок и крышек трансивера наилучшим является темно-серый или другой темный цвет. Для окраски лицевой панели лучше всего подходят мягкие и светлые тона, например цвет слоновой кости.

## 6. Компоновка трансивера

Трансивер не имеет кожуха. Шасси совместно с боковыми стенками, передней и задней панелями составляет общую конструкцию. Для доступа к монтажу достаточно снять верхнюю и нижнюю крышки. Такая конструкция не только облегчает изготовление трансивера, но и обеспечивает хорошую экранировку, что не всегда достигается в классической компоновке: шасси с передней панелью — кожух.

Общий вид и компоновка трансивера показаны на рис. 19 н 20. Все основные функциональные узлы размещены на шасси кроме узла $У_4$, который укреплен на левой боковой стенке. Усилитель мощности смонтирован в отдельном отсеке и полностью экранирован. Для лучшего использования объема функциональные узлы, не выделяющие тепла, расположены вертикально. Кроме того, вертикальное расположение плат функциональных узлов $У_1$, $У_2$, $У_3$ позволяет укрепить галеты переключателя диапазонов $B_1$ непосредственно на печатных платах. Это в свою очередь не только позволяет избежать длинных соединительных проводов, но и облегчает сборку и монтаж трансивера.

Для ремонта трансивера и доступа к монтажу предусмотрена возможность снятия любого функционального узла. Для этого фиксатор переключателя диапазонов с галетой $B_{1е}$ расположен в отсеке усилителя мощности, а переключение галет $B_{1а}$—$B_{1д}$ производится удлинителем оси переключателя. Сечение удлинителя имеет форму отверстий в галетах. Удлинитель вставляют со стороны передней панели, пропускают через отверстия в галетах $B_{1а}$—$B_{1д}$ и закрепляют винтом. Для снятия любого из узлов $У_1$—$У_3$ необходимо извлечь удлинитель оси переключателя, отпаять все провода и отвернуть винты крепления. Галета $B_{1в}$ укреплена на экране функционального узла $У_2$, а галета $B_{1д}$ — на экране узла $У_3$.

Конденсаторы настройки высокочастотных контуров $C_{30}$ и $C_{31}$ укреплены в нижней части шасси на кронштейнах. В качестве этих конденсаторов использованы подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком типа КПВ, имеющие максимальную емкость не менее 15 пФ. Удлинители осей конденсаторов изготовлены из диэлек-

трика, так как и статорные, и роторные пластины обоих конденсаторов находятся под анодным напряжением.

На кронштейне укреплен потенциометр $R_{10}$ независимой подстройки частоты приемника.




Рис. 19. Вид на монтаж сверху (верхняя крышка снята).

1 — ручка настройки, укрепленная на оси резистора $R_{88}$; 2 — переключатель $B_2$; 3 — резистор $R_{116}$; 4 — ручка настройки на оси конденсатора $C_{48}$; 5 — ручка настройки на оси конденсатора $C_{47}$; 6 — ручка основной настройки.

Монтаж усилителя мощности показан на рис. 21. Катушки $L_{15}$ и $L_{16}$ П-контура выполнены в тороидальной форме и размещены непосредственно на фиксаторе переключателя диапазонов. Между катушками находится галета $B_{1е}$. Такая конструкция катушек занимает небольшой объем, позволяет избежать длинных соединительных проводов, имеет незначительную индуктивность рассеяния. Конденсаторы $C_{47}$ и $C_{48}$ настройки П-контура укреплены на экранирующей перегородке. Оси конденсаторов имеют удлинители, позволяющие настраивать П-контур ручками, размещенными на передней панели трансивера. Панели ламп $Л_7$, $Л_8$ укреплены на шасси, вблизи задней панели. Для лучшего охлаждения ламп в шасси проделаны

отверстия, через которые проходит поток конвекционирующего воздуха. В нижней части шасси, на экранирующей перегородке укреплен нейтродинный конденсатор $C_{45}$. Дроссель $Др_5$ также размещен на перегородке и укреплен на кронштейнах.

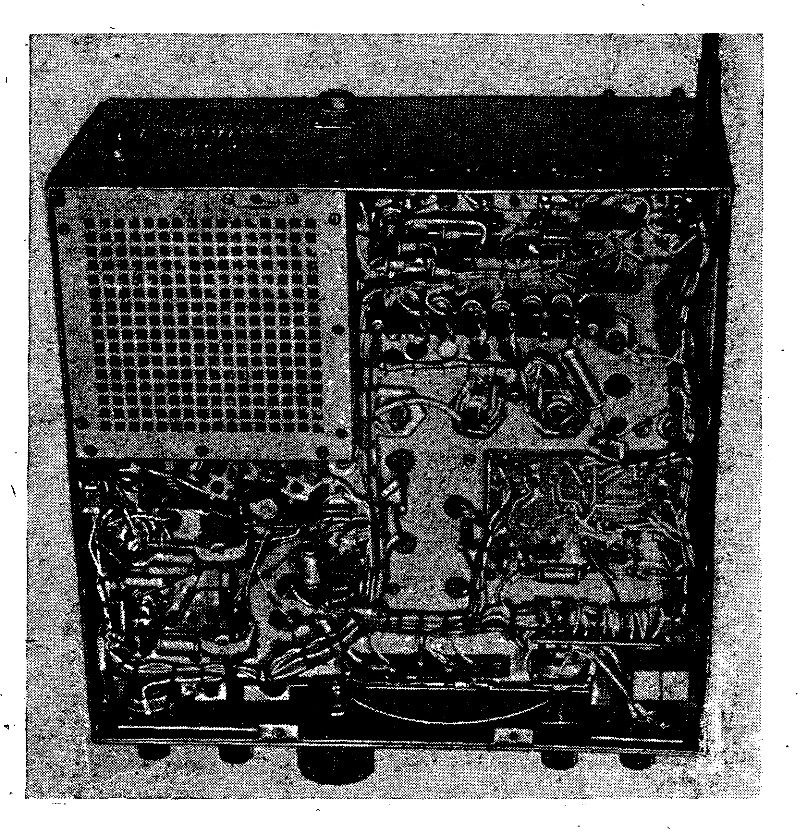


Рис. 20. Вид на монтаж снизу (нижняя крышка снята).

Силовой трансформатор $Тр_1$ укреплен на шасси, вблизи задней панели. Электролитические конденсаторы $C_{58}$—$C_{64}$ размещены вокруг трансформатора. Конденсаторы $C_{58}$, $C_{60}$, $C_{61}$ укреплены на диэлектрических прокладках.

Монтаж схемы питания размещен в нижней части шасси под силовым трансформатором (рис. 22). Проволочные резисторы $R_{51}$, $R_{53}$, $R_{56}$, $R_{57}$ размещены вертикально в два яруса в правом углу шасси, вблизи задней панели. Вокруг этих резисторов в шасси сделаны отверстия, пропускающие конвекционирующий воздух. От функционального узла $У_4$ проволочные резисторы отделены тепловым экраном.

Функциональный узел гетеродина перестраиваемой частоты $У_1$ размещен в центре шасси, вблизи передней панели. В трансивере применено верньерное устройство фрикционного типа. Непосредственно за узлом $У_1$ размещены кварцевые фильтры. В левой части шасси, вблизи передней панели, в вертикальном положении укреплен функциональный узел $У_5$, а за ним — плата усилителей промежуточной

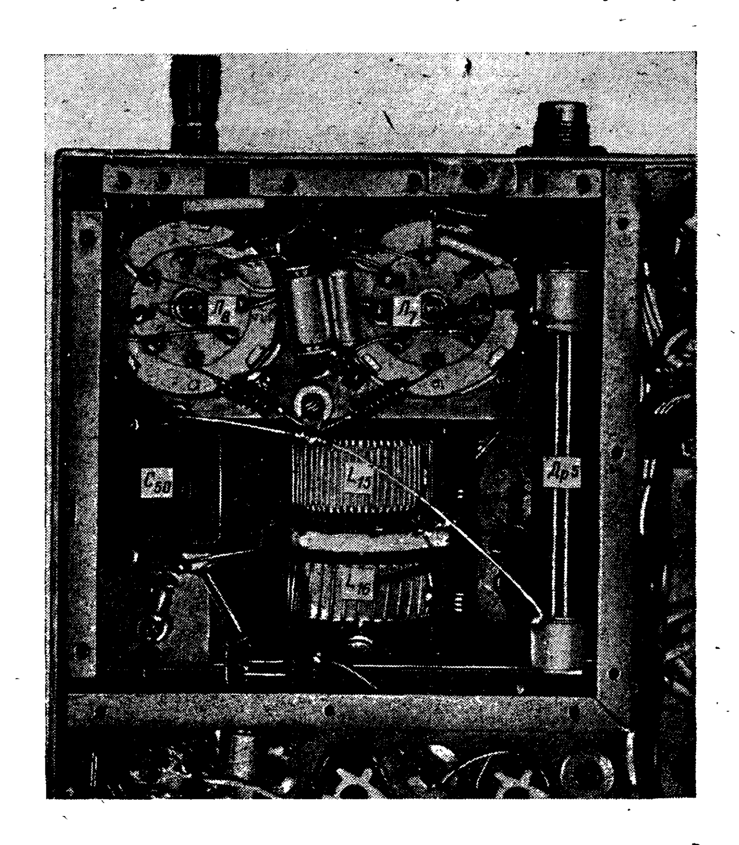



Рис. 21. Монтаж усилителя мощности (вид снизу).

и низкой частот $У_6$. Для лучшего использования объема монтаж схемы сравнения и детектора АРУ выполнен в отдельном экранированном модуле, который на плате $У_6$ установлен вертикально.

Реле $P_2$ укреплено на правой боковой стенке вблизи лампы усилителя высокой частоты приемника $Л_4$. Реле $P_1$ укреплено в нижней части шасси под переключателем рода работы $B_2$. Такое расположение реле $P_1$ позволяет производить проверку контактов, не снимая реле.

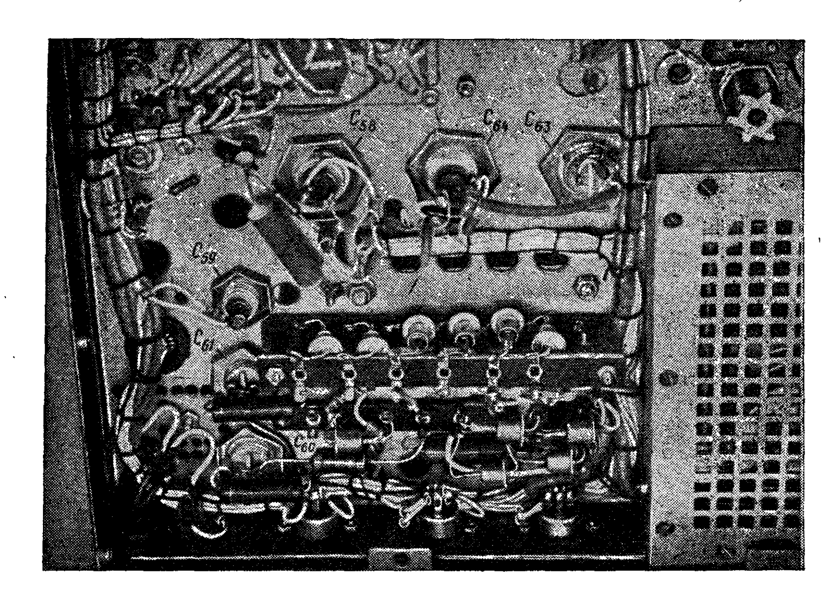



Рис. 22. Нижняя часть шасси (выпрямитель).

## 7. Шасси и корпус

Чертеж шасси показан на рис. 23. Размеры отверстий для крепления ламповых панелей приведены с учетом различных типов панелей. Вокруг этих отверстий расположено несколько дополнительных отверстий, предназначенных для пропускания конвекционных потоков воздуха. Для тех же целей предназначены отверстия около места крепления силового трансформатора и проволочных резисторов. Ввиду того, что подвал шасси сравнительно низкий, в местах крепления потенциометров проделаны окна, в которые углубляется часть корпуса потенциометра. Для обеспечения лучшего доступа к монтажу усилителя мощности служит большое окно, расположенное около отверстий для панелей ламп $Л_7$, $Л_8$.

Шасси изготавливают из одномиллиметровой листовой стали. Однако для радиолюбителей, не имеющих навыков слесарной работы, изготовление стального шасси может оказаться весьма трудной задачей. В таком случае целесообразно использовать сплав алюминия АМЦп толщиной 1,5 мм. Можно рекомендовать следующую технологию изготовления шасси. На листе плотной бумаги вычерчивают развертку шасси в масштабе 1 : 1. Бумагу кладут на лист металла и центры всех отверстий, а также углы линий среза и другие характерные точки намечают керном. Затем бумагу снимают, все линии среза намечают прямо на листе металла и развертку шасси обрезают по контуру. После этого сверлят и вырезают все отверстия в местах, подлежащих загибу. Шасси изгибают, после чего сверлят все остальные отверстия. В случае применения алюминиевых сплавов большие окна и отверстия можно вырезать лобзиком.

Боковые стенки показаны на рис. 24. Их изготавливают из одномиллиметровой листовой стали или полутораммиллиметрового листа алюминиевого сплава АМЦп. В отверстия диаметром 4,5 мм, предназначенные для крепления крышек трансивера, заклепывают втулки с резьбой. Обе боковые стенки крепят к шасси через три зенкованных отверстия трехмиллиметровыми винтами с потайными головками.

Обе крышки трансивера (рис. 25) изготавливают из того же материала, что и боковые стенки. На рисунке не показаны отверстия для ножек, которые крепятся к нижней крышке. Для охлаждения трансивера в крышках сделаны отверстия. Размеры отверстий, приведенные на рис. 25, не обязательны; они могут быть выбраны любыми. Для крепления крышек к трансиверу предназначены 12 зенкованных отверстий.

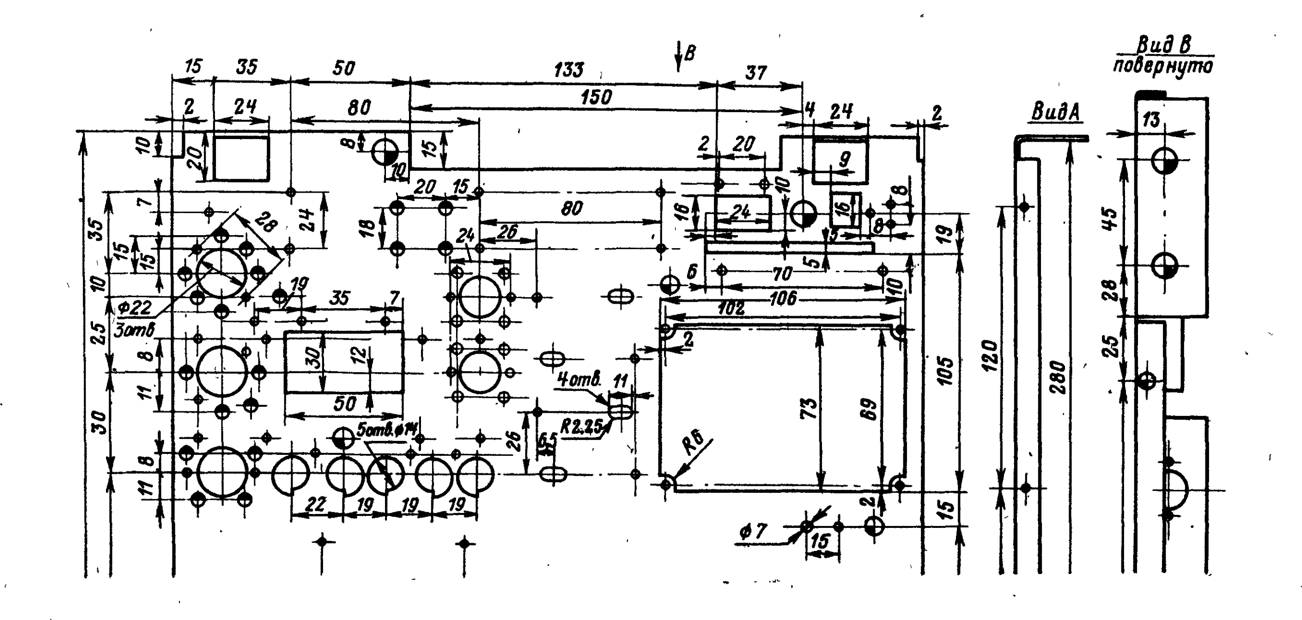
Задняя панель трансивера показана на рис. 26, передняя — на рис. 27. Обе панели изготавливают из полутораммиллиметрового листа сплава АМЦп. Применение стали для задней панели затрудняет гравировку надписей, а стальная передняя панель может искажать показания стрелочного прибора. Для крепления крышек трансивера в отверстия диаметром 4,5 мм заклепывают втулки с резьбой. Обе панели крепят к боковым стенкам трехмиллиметровыми винтами с потайными головками. Заднюю панель крепят к шасси винтами, служащими одновременно для крепления гнезд *Микрофон*, *Ключ*, *Телефоны*. Для улучшения охлаждения трансивера в задней панели вблизи расположения ламп усилителя мощности, силового трансформатора и проволочных резисторов сделаны отверстия.

Все детали к передней панели крепят с внутренней стороны винтами с потайными головками. Для облегчения доступа к верньерному устройству в центре передней панели сделано круглое окно. Потенциометр $R_{116}$ *Баланс несущей* крепят к передней панели с помощью кронштейна. В отверстия, через которые проходят удлинители осей конденсаторов П-образного контура, усилителя высокой частоты и переключателя диапазонов, вставляют бронзовые пластины с отверстиями. Защитное стекло шкалы с визиром изготовляют из органического стекла и вставляют в прямоугольное окно. К передней панели стекло крепится с помощью металлических «ушек».

Отсек для монтажа усилителя мощности образован двумя экранирующими перегородками (рис. 28), согнутыми под прямым углом. Перегородки крепят к шасси, к задней панели и к правой боковой стенке. Сверху и снизу отсек усилителя мощности закрывают крышками с отверстиями (рис. 29). Крышки к перегородкам крепят винтами с потайными головками, а к задней панели и к боковой стенке с помощью угольников. Для крепления крышек в угольники и в перегородки вклепывают втулки с резьбой.

Печатную плату усилителя-умножителя частоты гетеродина и плату узла $У_3$ устанавливают на экранирующих перегородках (рис. 30), которые крепят к шасси и к боковым стенкам. Печатную плату функционального узла $У_5$ вставляют в экран (рис. 31), который двумя винтами привинчивают к шасси. Для этого в отверстия, расположенные на днище экрана, вклепывают две втулки с резьбой. Часть печатной платы с выводами пропускают через продольную щель в шасси.

На рис. 32 показан чертеж фальшпанели трансивера. Ее изготавливают из листа алюминиевого сплава АМЦп толщиной 1—2 мм. К передней панели и шасси фальшпанель крепят с помощью гаек



Вид В
повернуто
Вид А
В
4 отв.
R2.25
R6
ф 7
5 отв. ф14
Ф22
3 отв

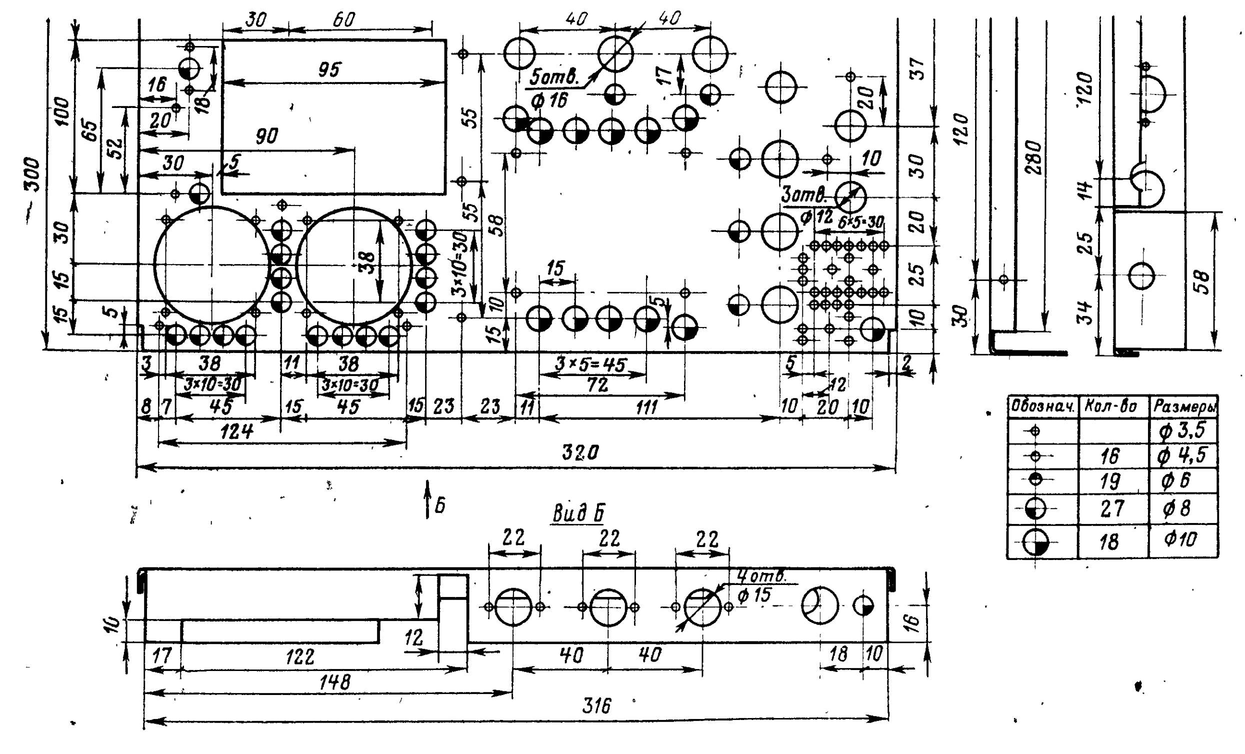

5отв. ф16
3отв. ф12
6×5=30
3×10=30
3×5=45
Вид Б
4отв. ф15
Б
Обознач. | Кол-во | Размеры
ф3,5
16 | ф4,5
19 | ф6
27 | ф8
18 | ф10

Рис. 23. Шасси.

Рис. 24. Боковые стенки.

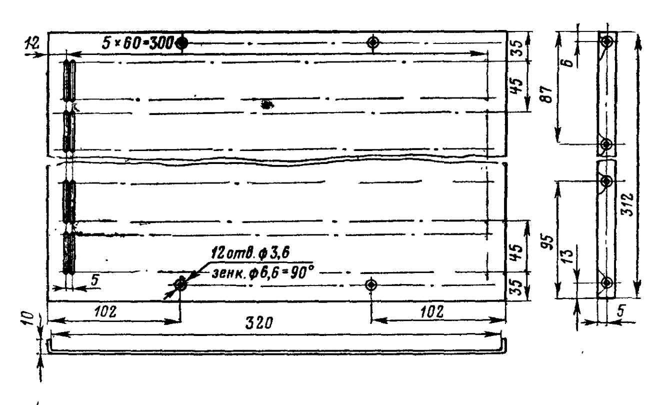



Рис. 25. Крышка трансивера.

потенциометров *Уровень микр.* и *Усиление.* Дополнительное крепление получают с помощью гаек, крепящих переключатели рода работы и полосы пропускания. Таким образом, на лицевой панели нет никаких винтов, портящих внешний вид трансивера.

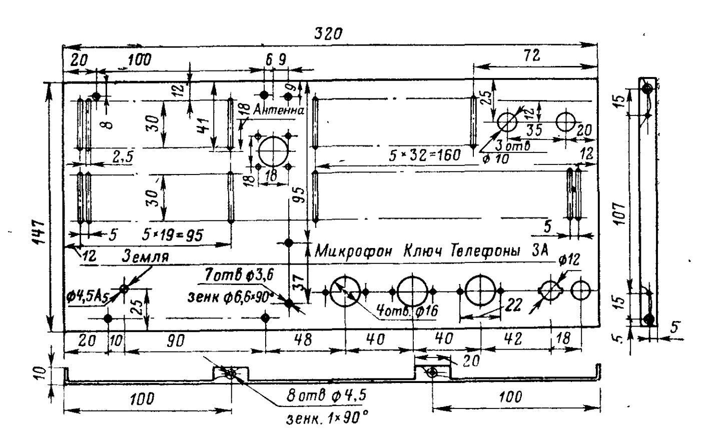
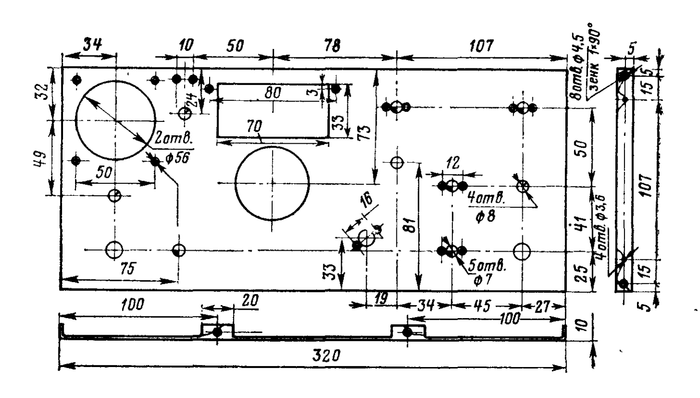



Рис. 26. Задняя панель трансивера.




Рси. 27. Передняя панель трансивера.

Гравировка надписей на задней панели и фальшпанели может быть произведена механическим или химическим способом. Для большинства радиолюбителей более доступным является химический способ. Для этого поверхность панели покрывают битумным лаком и все необходимые надписи выцарапывают кончиком обломанной и сплющенной иглы. После этого надписи вытравливают хлорным железом, применяемым для изготовления печатных плат. После травления битумный лак удаляют и панель хорошо промывают проточной водой.

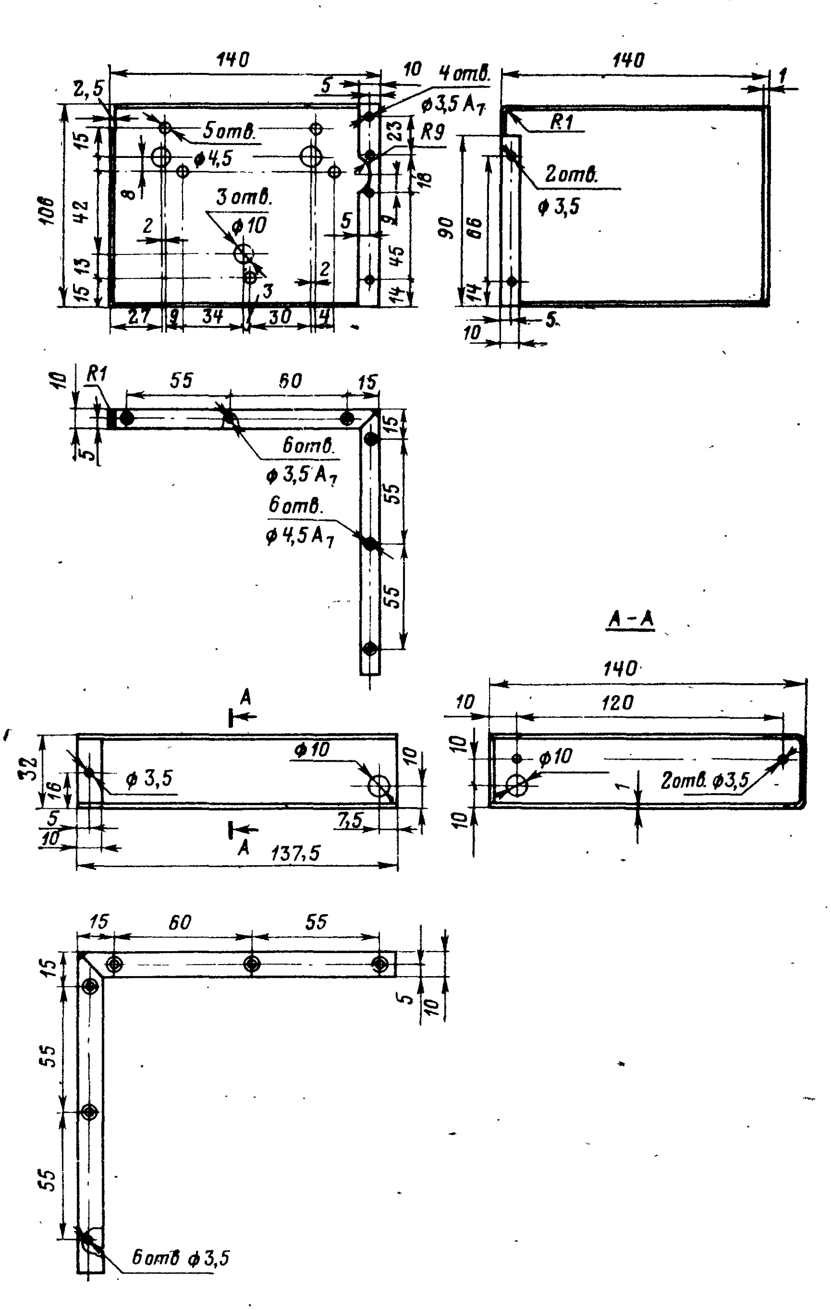



Рис. 28. Перегородки отсека усилителя мощности.

Для окраски трансивера можно рекомендовать нитроцеллюлозные эмали типа НЦ-25, которые создают полуглянцевые, механически прочные покрытия. Для увеличения глянца лицевой панели красочное покрытие можно полировать.

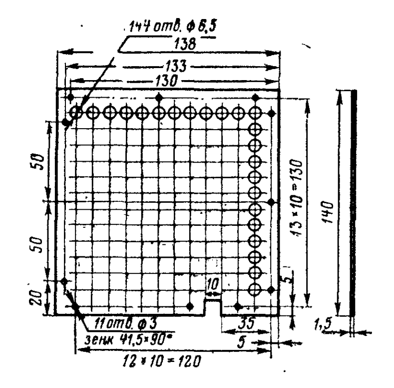



Рис. 29. Крышка усилителя мощности.

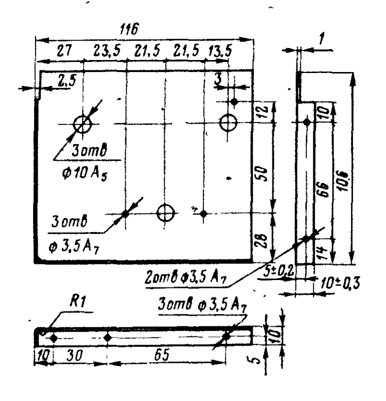



Рис. 30. Экранирующая перегородка.

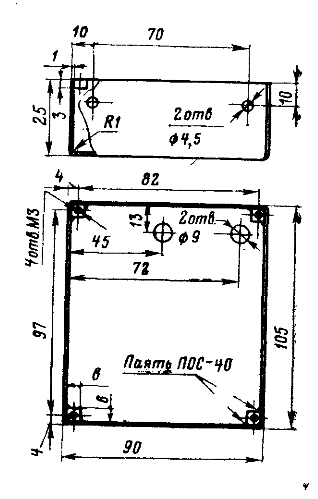



Рис. 31. Экран функционального узла $У_5$.

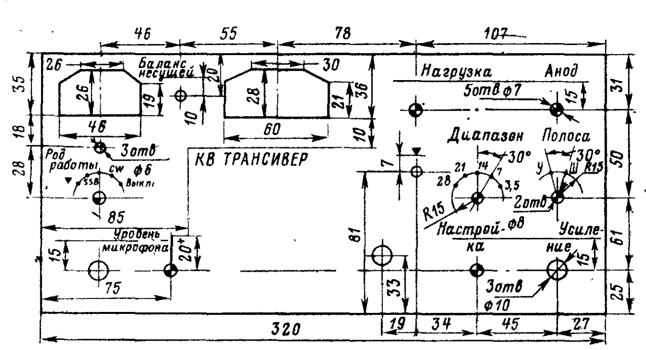



Рис. 32. Фальшпанель трансивера.

## 8. Конструкция катушек и трансформаторов

В трансивере применены два низкочастотных трансформатора $Tp_1$ и $Tp_3$, два высокочастотных трансформатора $Tp_2$ и $Tp_4$, 18 катушек индуктивности и 14 дросселей. В силовом трансформаторе $Tp_1$ применено ленточное трансформаторное железо типа ШЛ-25×40. Данные обмоток приведены в табл. 5.

Таблица 5

| Номера обмоток | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Число витков | 688 | 43 | 21,5 | 309 | 1574 | 703 | 21 |
| Номера выводов | 1; 2 | 13; 14 | 16; 31 | 6; 7 | 4; 5 | 11; 12 | 15; 17 |
| Диаметр провода, мм | 0,64 | 1,0 | 1,56 | 0,27 | 0,27 | 0,31 | 0,55 |
| Напряжение, В | 220 | 12,6 | 6,4 | 92,2 | 470 | 210 | 6,3 |

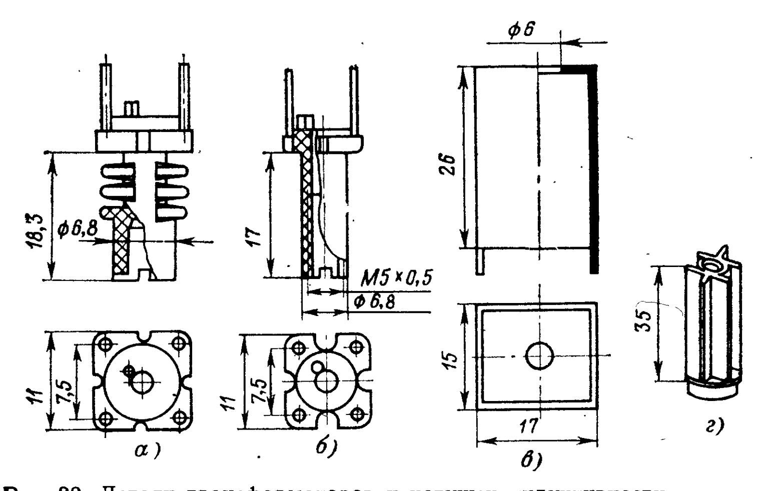



Рис. 33. Детали трансформаторов и катушек индуктивности.
*а* — секционированный каркас; *б* — гладкий каркас; *в* — экран; *г* — шестигранный каркас.

Для всех обмоток используют провод марки ПЭВ-2. Сетевая обмотка *1* отделена от других обмоток экраном из одного витка медной фольги. Вывод экрана подпаивают к выводу *3* контактной колодки трансформатора. Если ленточное трансформаторное железо отсутствует, для трансформатора можно применять Ш-образное железо с мощностью не менее 200 Вт. В случае применения трансформаторного железа из Ш-образных пластин необходимо соответственно изменить расположение отверстий в шасси и часть монтажного жгута.

В выходном трансформаторе $Тр_3$ применен сердечник из пластин Ш-16, толщина пакета — 18 мм. Первичная обмотка трансформатора содержит 2600 витков провода марки ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм. Вторичная обмотка содержит 45 витков провода марки ПЭВ-2 диаметром 0,64 мм.

Трансформатор промежуточной частоты $Тр_2$ намотан на секционированном каркасе (рис. 33, *а*). Первичную обмотку наматывают внавал в верхней секции каркаса; она содержит 36 витков провода марки ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм. Вторичную обмотку наматывают в нижней секции каркаса, и она содержит 14 витков того же провода. Для настройки первичной обмотки трансформатора в резонанс используют сердечник из феррита 600НН. Трансформатор помещают в алюминиевый или латунный экран (рис. 33, *в*).

Трансформатор $Тр_4$ балансного модулятора наматывают на ферритовом кольцевом сердечнике К7×4×2 марки 50ВЧ2. Количество витков зависит от выбранной промежуточной частоты. Если промежуточная частота близка к 5,5 МГц, первичная обмотка содержит 2×17 витков, а вторичная — семь витков. Для намотки трансформатора используют провод марки ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм. В табл. 6 приведены данные обмоток трансформатора для промежуточных частот, отличных от 5,5 МГц.

Таблица 6

| Промежуточная частота, МГц | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Количество витков: | | | | | |
| первичной обмотки | 2×27 | 2×22 | 2×19 | 2×17 | 2×16 |
| вторичной обмотки | 13 | 11 | 9 | 8 | 8 |

Качество работы балансного модулятора зависит от симметричности намотки трансформатора $Тр_4$. Можно рекомендовать следующую технологию намотки. Два отрезка провода длиной около 15 см скручивают в общую двухпроводную линию. На кольцевой сердечник наматывают необходимое число витков, концы провода разделяют и зачищают от изоляции. Для образования отвода от середины обмотки необходимо соединить начало одного провода с концом другого. Для правильного отбора концов можно воспользоваться омметром или перед скручиванием пометить краской концы одного из проводов. Вторичную обмотку наматывают равномерно на поверхность первичной обмотки.

В случае отсутствия сердечника из феррита 50ВЧ2 можно применить сердечники из другого материала и других размеров, но в таком случае количество витков первичной обмотки приходится изменить. Число витков вторичной обмотки может быть выбрано примерно в 4 раза меньше, чем первичной.

Дроссели $Др_1$—$Др_4$, $Др_{10}$, $Др_{12}$—$Др_{14}$ наматывают на кольцевых сердечниках К5×4×1, изготовленных из феррита марки М2000НН. Число витков — 36, провод марки ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм. Можно применить сердечники других размеров и из другого ферритового материала. Можно также использовать готовые дроссели типа

Д0,1-200мкГ. Однако большая индуктивность рассеяния этих дросселей может привести к возникновению паразитных связей.

Анодный дроссель усилителя мощности $Др_5$ наматывают виток к витку проводом ПЭВ-2 диаметром 0,27 мм на фторопластовом каркасе, показанном на рис. 34. Длина намотки — 80 мм. Концы провода крепят к контактным лепесткам, привинченным к каркасу.

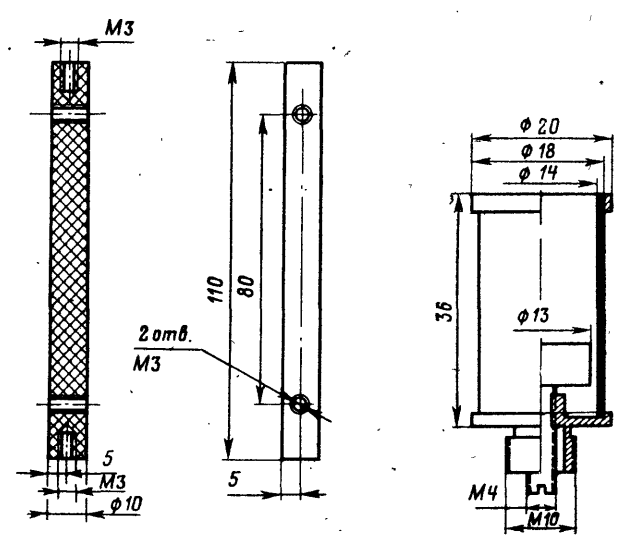



Рис. 34. Каркас анодного дросселя.

Рис. 35. Конструкция катушки гетеродина перестраиваемой частоты.

Антипаразитные дроссели $Др_6$, $Др_7$ содержат по три витка провода ПЭВ-2 диаметром около 0,9 мм. В качестве каркасов здесь используют резисторы $R_{40}$, $R_{41}$ типа МЛТ-2 24 Ом. Антипаразитные дроссели $Др_8$, $Др_9$ наматывают на резисторы $R_{42}$, $R_{43}$ типа МЛТ-0,5 33 Ом. Обмотка содержит четыре витка провода ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм.

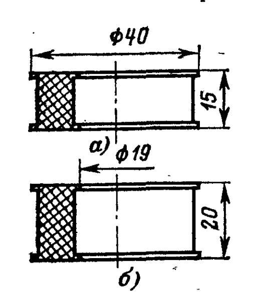



Рис. 36. Каркасы катушек П-контура.

*а* — катушки $L_{16}$; *б* — катушки $L_{15}$.

Дроссель $Др_{11}$, служащий для предотвращения проникновения помех из сети на вход усилителя высокой частоты приемника, наматывают на всю длину резистора типа МЛТ-2 1 МОм. Провод марки ПЭВ-2 диаметром 0,27 мм.

Катушку $L_1$ гетеродина перестраиваемой частоты (рис. 35) наматывают неизолированным посеребренным проводом диаметром 0,55 мм на керамическом каркасе. Для небольшой подстройки частоты используют латунный сердечник.

Катушка содержит 18,5 витков. Намотку следует производить с сильным натяжением провода. Один конец провода подпаивают к основанию каркаса, второй — к латунному кольцу, насаженному на верхний торец каркаса катушки. Латунное основание и кольцо, насаженные на торцы каркаса, с повышением температуры расширяются и снижают индуктивность катушки. Таким образом, происходит некоторая компенсация температурной нестабильности индуктивности катушки.

Катушку $L_{15}$ (диапазоны 3,5 и 7 МГц) П-образного контура наматывают на фторопластовом тороидальном каркасе (рис. 36, *б*). Намотка содержнт 54 витка провода ПЭВ-2 диаметром около 0,9 мм. Катушка имеет отвод от 23-го витка, если считать от антенного конца. Катушка $L_{16}$ содержит 28 витков неизолированного посеребренного провода диаметром 1,5 мм. Каркас катушки изображен на рис. 36, *а*. Катушка $L_{16}$ имеет отводы от 9-го и 14-го витков, если считать справа налево (по рис. 2). Катушкн $L_{15}$ и $L_{16}$ укрепляют непосредственно на фиксаторе переключателя диапазонов. Галету $B_{16}$ размещают между ними. Конструкция катушек, смонтированных на переключателе, показана на рис. 21.

Катушки $L_2$—$L_9$ и $L_{17}$, $L_{18}$ наматывают проводом ПЭВ-2 на каркасах, изображенных на рис. 33. Данные обмоток приведены в табл. 7.

Таблица 7

| Катушка | Диаметр провода, мм | Число витков | Каркас |
|---|---|---|---|
| $L_2$ | 0,16 | 13 | Гладкий |
| $L_3$ | 0,16 | 33 | Секционированный |
| $L_4$ | 0,16 | 19 | Гладкий |
| $L_5$ | 0,16 | 68 | Секционированный |
| $L_6$ | 0,16 | 34 | » |
| $L_7$ | 0,16 | 14 | Гладкий |
| $L_8$ | 0,27 | 9 | » |
| $L_9$ | 0,33 | 7 | » |
| $L_{17}$ | 0,16 | 42 | Секционированный |
| $L_{18}$ | 0,16 | 34 | » |

Таблица 8

| Катушка | Марка провода; диаметр, мм | Число витков | Шаг намотки, мм | Сердечник |
|---|---|---|---|---|
| $L_{10}$ | ПЭВ-2; 0,25 | 48 | Виток к витку | Карбонильный |
| $L_{11}$ | ПЭВ-2; 0,44 | 18,5 | То же | То же |
| $L_{12}$ | ПЭВ-2; 0,55 | 8,5 | 0,5 | » » |
| $L_{13}$ | ПЭВ-2; 0,8 | 5,5 | 0,5 | » » |
| $L_{14}$ | ПЭВ-2; 1,0 | 3 | 2 | Латунный |

Катушки $L_{17}$ и $L_{18}$ экранированы. Чертеж экрана показан на рис. 33, *в*. Для подстройки катушек индуктивности используются сердечники из феррита марки 600НН.

Катушки $L_{10}$—$L_{14}$ наматывают на каркасах, изображенных на рис. 33, *г*. Данные обмоток приведены в табл. 8.

## 9. Конструкция и монтаж гетеродина перестраиваемой частоты

Гетеродин перестраиваемой частоты и буферный усилитель (функциональный узел $У_1$) занимают две печатные платы, размещенные в корпусе гетеродина. Чертеж корпуса и крышки гетеродина показан на рис. 37. Корпус гетеродина изготавливают из одномиллиметровой листовой стали. Он имеет сложную конфигурацию, и его изготовление из одного отрезка листовой стали не всегда под силу радиолюбителям, не имеющим достаточного опыта слесарной работы. В таком случае можно рекомендовать изготовление корпуса из нескольких более простых по конфигурации частей и соединение их между собой пайкой. Чтобы при пайке корпус не перекосился, следует применять деревянные шаблоны. Корпус можно изготовить и из полуторамиллиметрового листа алюминиевого сплава АМЦп, но в таком случае возникают некоторые затруднения при пайке или сварке швов. Не следует сверлить отверстия до тех пор, пока корпус не будет полностью изогнут и все швы пропаяны или сварены. Для крепления печатных плат, крышки, а также для крепления самого корпуса гетеродина к шасси в 20 отверстий диаметром 4,5 мм с внутренней стороны корпуса вклепывают втулки с резьбой.

Конденсатор переменной емкости $C_{11}$ составляет общую конструкцию с печатными платами гетеродина. Детали конденсатора показаны на рис. 38. Все детали изготовлены из латуни. Толщина роторных и статорных пластин 0,5 мм. Сборку конденсатора переменной емкости производят в следующем порядке. Для сборки ротора на ось *1* надевают три роторные пластины *2*, разделенные двумя втулками *3*. На ось навинчивают втулку с резьбой *4* и после фиксации всех роторных пластин в одном положении ее затягивают. Для сборки статора две статорные пластины *5* припаивают к двум дистансерам *6*. Далее в отверстие основной печатной платы (рис. 39, *а*) со стороны элементов вставляют подшипникодержатель *7* с шарикоподшипником типа 1000096. Подшипникодержатель привинчивают к плате тремя винтами. Один винт — удлиненный, он должен выступать на другой стороне платы на 8—10 мм. В подшипник вставляют ротор конденсатора и к печатной плате привинчивают статор и два дистансера *8* (рис. 38). К дистансерам *8* и к статору привинчивают дополнительную печатную плату (рис. 39, *б*) с законченным монтажом цепи варикапа $Д_1$. На свободный конец оси ротора надевают шарикоподшипник типа 1000094 и шайбу *9*. В отверстие дополнительной печатной платы со стороны элементов вставляют и привинчивают тремя винтами подшипникодержатель *10*. В подшипникодержатель 10 ввинчивают пустотелый прижимной винт *11* и затягивают его так, чтобы ротор конденсатора хорошо фиксировался между двумя шарикоподшипниками. Ось конденсатора должна проворачиваться плавно, но с некоторым усилием. На подшипникодержатель *10* надевают колпак *12* и привинчивают его винтом, который, упираясь в прижимный винт *11*, не дает ему прокручиваться при повороте оси ротора.

В качестве токосъемника используют многожильный провод, который пропускают через отверстие в колпаке *12* и ось *1*. Концы провода припаивают к концу оси и к наружной поверхности колпака. Чтобы провод токосъемника не скручивался, на ось конденсатора с наружной стороны подшипникодержателя *7* надевают втулку *13* и прижимают ее винтом, служащим ограничителем угла поворота оси. Удлиненный винт, которым привинчен подшипникодержатель *7*, выступает за ограничительный винт и не позволяет ротору конденсатора

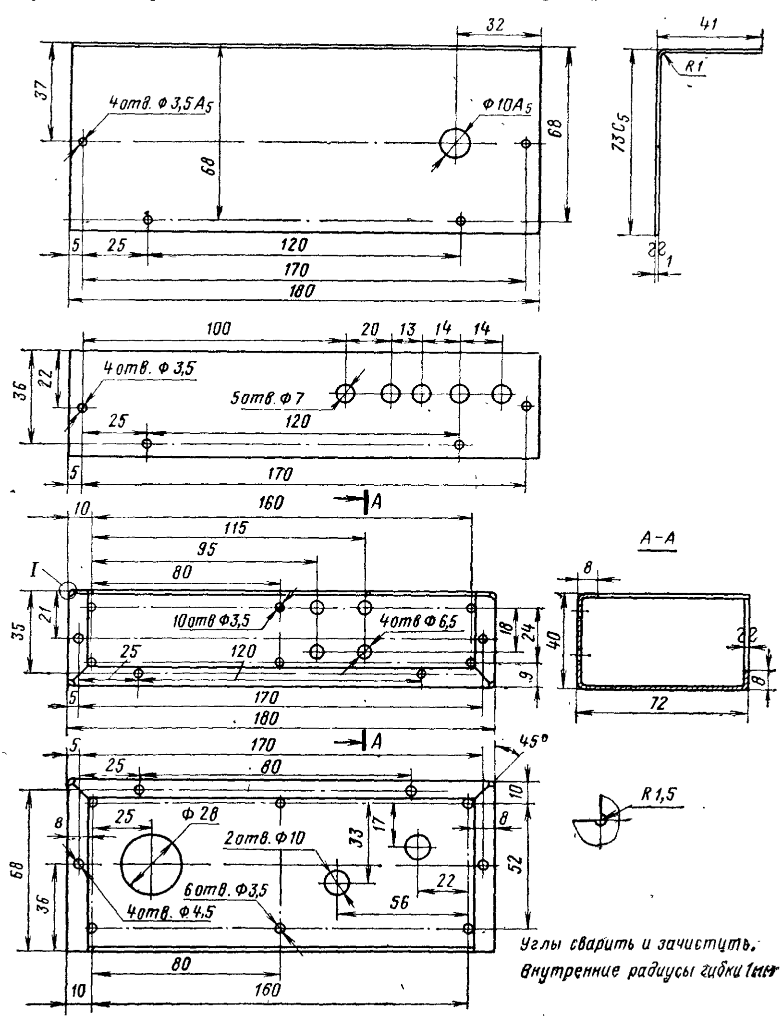



Рис. 37. Корпус и крышка гетеродина перестраиваемой частоты.

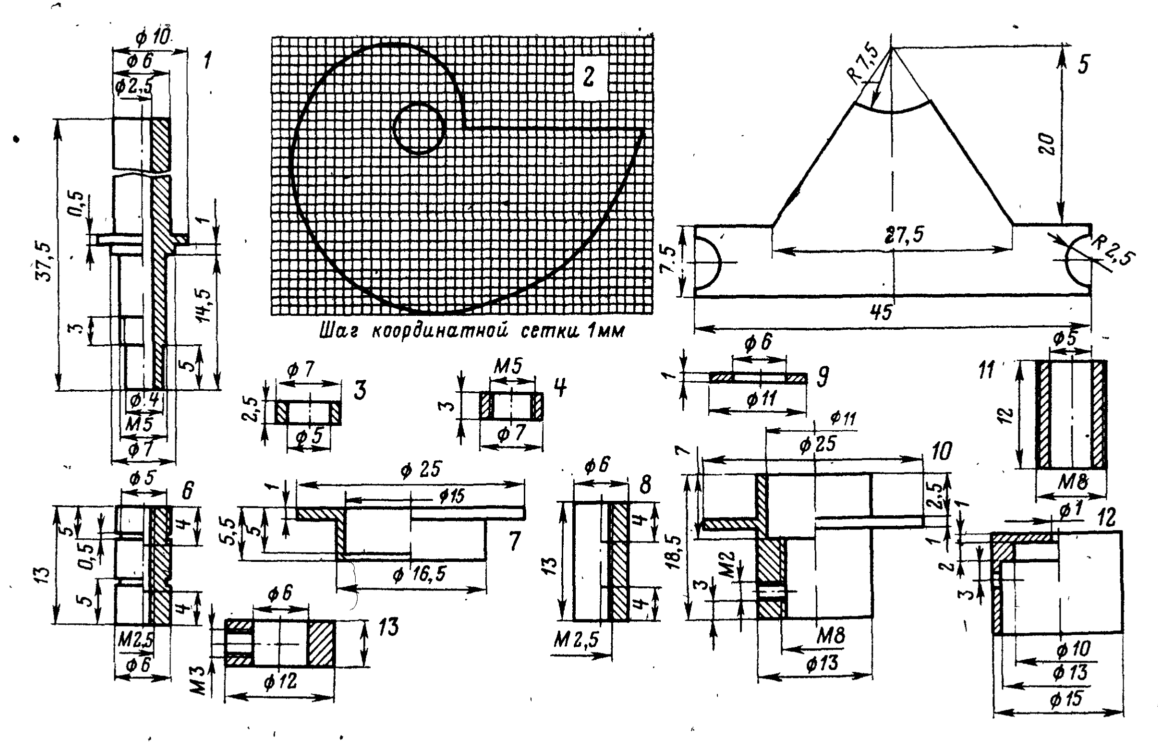



Рис. 38. Детали конденсатора переменной емкости.

а)

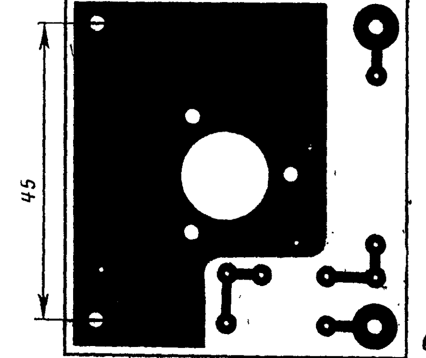



Рис. 39. Печатные платы гетеродина перестраиваемой частоты.
*а* — основная; *б* — дополнительная.

совершить полный оборот. Конструкция конденсатора переменной емкости и всего гетеродина перестраиваемой частоты показана на рис. 40.

Подстроечные конденсаторы $C_2$, $C_4$, $C_6$, $C_8$ и $C_{10}$ крепят к основной печатной плате с помощью кронштейна, а галету $B_{1а}$ переключателя диапазона — с помощью двух винтов. Галета приподнята над

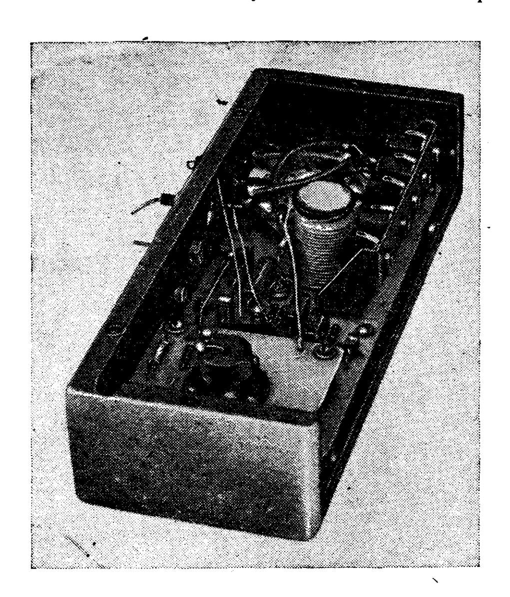


Рис. 40. Конструкция и монтаж гетеродина перестраиваемой частоты.

поверхностью платы на двух втулках *3* (рис. 38), надетых на винты крепления. В отверстие платы под галетой переключателя вставляют втулку, используемую в качестве подшипника скольжения удлинителя оси переключателя диапазонов. Втулку припаивают к фольгированной поверхности платы.

Плату с законченным монтажом, но без конденсаторов $C_1$, $C_3$, $C_5$, $C_7$, $C_9$ и $C_{12}$ вставляют в корпус гетеродина и привинчивают шестью винтами. Через отверстие в печатной плате пропускают катушку $L_1$ и привинчивают ее к корпусу гетеродина. В отверстие корпуса вклеивают пластмассовые втулки, в которых закрепляют выводы *1—3*. В качестве выводов *1* и *2* можно использовать проходные керамические конденсаторы типа КТП. Подстроечные конденсаторы $C_2$, $C_4$, $C_6$, $C_8$ и $C_{10}$ соединяют с контактами галеты $B_{1а}$ неизолированным проводом диаметром 0,5 мм. Таким же проводом подключают катушку $L_1$. Выводы *1—3* делают из одномиллиметровой медной посеребренной проволоки. Конденсаторы $C_1$, $C_3$, $C_5$, $C_7$, $C_9$ и $C_{12}$ припаивают во время настройки гетеродина.

В гетеродине используются резисторы типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Конденсаторы $C_{16}$, $C_{17}$, $C_{19}$ — типа КСО группы Г.

Конденсаторы $C_{14}$, $C_{19}$, $C_{20}$, $C_{21}$, $C_{22}$ — типа КЛС. Конденсатор $C_{15}$ — типа КТ или КД с ТКЕ группы М47. Конденсатор $C_{18}$ — типа КД с ТКЕ группы П33. Подстроечные конденсаторы $C_2$, $C_4$, $C_6$, $C_8$, $C_{10}$ с воздушным диэлектриком — типа КПВМ или КТ2-19. В случае применения конденсаторов с керамическим диэлектриком типа КПК или КПК-МН, КПК-МП необходимо перед установкой проверить их механическую стабильность и качество сборки. Следует избегать излишнего вращения роторов, так как конденсаторы этих типов быстро изнашиваются. Монтаж гетеродина следует выполнять очень аккуратно, так как некачественные пайки и плохое крепление деталей могут привести к «мерцанию» частоты.

## 10. Конструкция и монтаж усилителя-умножителя частоты гетеродина

Монтаж усилителя-умножителя частоты гетеродина (функциональный узел $У_2$) выполнен на печатной плате, показанной на рис. 41. Монтаж начинают с крепления галеты $В_{16}$ переключателя диапазо-

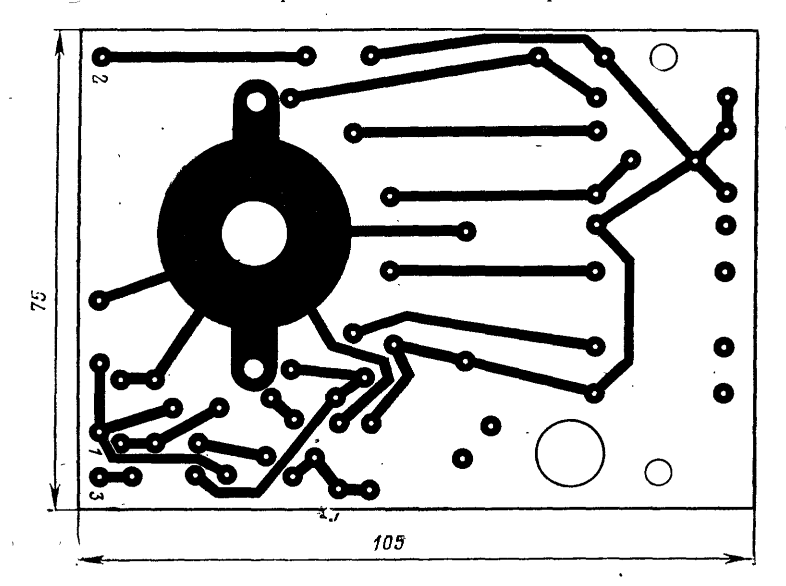



Рис. 41. Печатная плата усилителя-умножителя частоты гетеродина.

нов. Для крепления галеты применяют винты длиною 35 мм. Галету крепят контактами в сторону платы. Между галетой и платой вставляют втулки *3* (см. рис. 38). На другой стороне платы винты должны выступать не менее чем на 14 мм. Катушки $L_2$, $L_3$ и $L_4$ крепят к плате с помощью двух выводов, изогнутых под прямым углом. Для дополнительного крепления применяют петли из одномиллиметровой медной проволоки. Концы проволочной петли пропускают через

отверстия в плате и подпаивают к фольгированным площадкам. Не следует соединять концы петли, чтобы не получился короткозамкнутый виток, снижающий индуктивность и добротность катушки. Между каркасами катушек и печатной платой вставляют четырехгранные кусочки двухмиллиметрового картона, фиксирующие катушки параллельно поверхности платы.

Выводы платы изготавливают из одномиллиметровой медной посеребренной проволоки. Отрезок проволоки сплющивают и забивают в отверстие платы. Кончик вывода подпаивают к фольгированной площадке на обратной стороне платы. Такие же выводы устанавливают и для подключения конденсаторов $C_{24}$—$C_{26}$, которые подключают к схеме во время настройки.

В усилителе-умножителе частоты применяют резисторы типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Конденсаторы $C_{23}$, $C_{27}$ и $C_{121}$ — типа БМ с номинальным рабочим напряжением 150 В. Конденсатор $C_{120}$— типа КЛС.

Печатную плату с законченным монтажом, но без конденсаторов $C_{24}$, $C_{25}$ и $C_{26}$ крепят на экранирующей перегородке (см. рис. 30). На обратной стороне перегородки на тех же винтах, что и галета $B_{1б}$, крепят галету $B_{1в}$.

## 11. Печатные платы функциональных узлов $У_4$, $У_5$, $У_6$

На печатной плате функционального узла $У_4$ (рис. 42) смонтированы микрофонный усилитель, усилитель постоянного тока $S$-метра и мониторный генератор. Кроме того, на плате размещен выходной трансформатор $Тр_3$ с конденсаторами $C_{78}$ и $C_{79}$. Для крепления платы к боковой стенке трансивера в отверстия, расположенные на углах платы, вклепывают четыре втулки с резьбой, которые для надежного контакта с корпусом трансивера припаивают к фольгированному покрытию платы. В узле применены резисторы типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Исключение составляет резистор $R_{79}$ типа МЛТ-2. Потенциометр $R_{74}$ — типа СПО. Все электролитические конденсаторы — типа К50-6. Конденсаторы $C_{77}$, $C_{78}$ и $C_{79}$ — типа БМТ с номинальным рабочим напряжением 400 В. Остальные конденсаторы — типа КЛС. Для улучшения охлаждения транзистора $T_8$ на его корпусе установлен дополнительный теплоотвод.

На печатной плате функционального узла $У_5$ (рис. 43) размещены опорный гетеродин, буферный усилитель, балансный модулятор и кварцевый калибратор. В узле применены резисторы типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Все конденсаторы — типа КЛС. Кварцевые резонаторы крепят к печатной плате с помощью петель из одномиллиметровой медной проволоки. Печатную плату закрывают экраном (см. рис. 31), который привинчивают четырьмя винтами. Доступ к потенциометру $R_{107}$ и подстроечному конденсатору $C_{92}$ возможен через отверстия в экране.

На печатной плате функционального узла $У_6$ (рис. 44) смонтированы усилитель промежуточной частоты, детектор, усилитель низкой частоты, детектор АРУ и схема сравнения. Детектор АРУ и схема сравнения размещены в отдельном модуле, который крепят на плате $У_6$ в вертикальном положении. Для крепления ламп $Л_9$ и $Л_{10}$ используют ламповые панели типа ПЛП-7Д, а для ламп $Л_{11}$ и $Л_{12}$ — панели типа ПЛП-9Д. Резисторы $R_{122}$, $R_{132}$, $R_{136}$ и $R_{138}$ — типа МЛТ-1, остальные — типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Конденса-

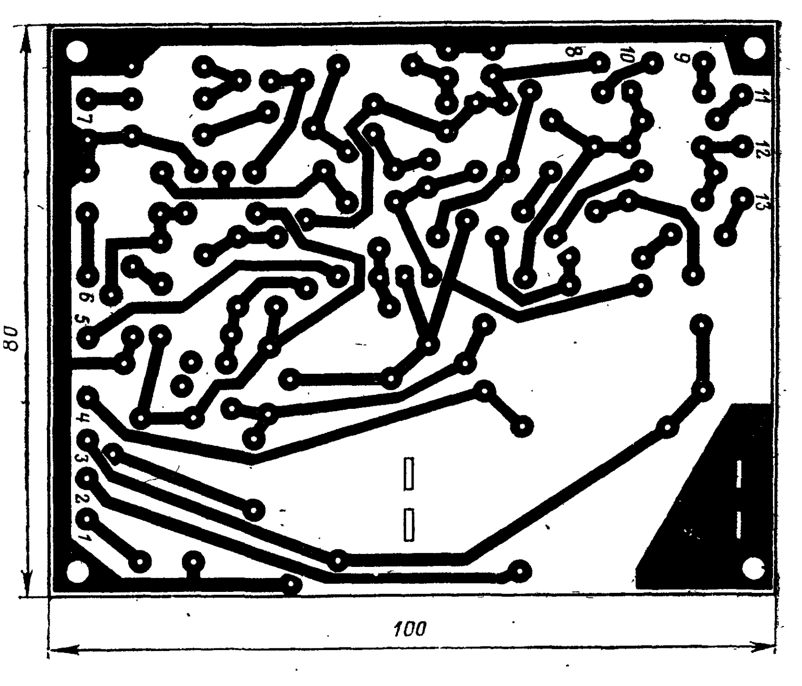



Рис. 42. Печатная плата узла $У_4$.

торы $C_{97}$, $C_{98}$, $C_{102}$, $C_{105}$ — типа КТ, конденсаторы $C_{107}$ и $C_{111}$ — типа КСО, конденсатор $C_{114}$ — типа МБМ, конденсаторы $C_{99}$, $C_{100}$ и $C_{106}$ — типа БМТ на номинальное рабочее напряжение 400 В, остальные — типа БМ на рабочее напряжение 150 В. Конденсатор $C_{100}$ размещен на обратной стороне платы.

Выводы плат $У_4$, $У_5$ и $У_6$ изготовляют из одномиллиметровой проволоки так же, как и для плат $У_2$ и $У_3$.

## 12. Конструкция кварцевых фильтров

На рис. 45 показаны детали корпуса четырехкристального фильтра. Для крепления фильтра к шасси трансивера в два отверстия, расположенные на крышке фильтра, с внутренней стороны вставляют трехмиллиметровые латунные винты. Головки винтов припаивают к крышке фильтра. Для крепления выводов используют текстолитовые втулки. Корпус восьмикристального фильтра аналогичен корпусу четырехкристального, только его высота составляет 102 мм. Ввиду большого разнообразия корпусов кварцевых резонаторов, доступных радиолюбителям, предложить какую-то общую конструкцию монтажа фильтра невозможно. В зависимости от типа корпусов кварцевых резонаторов монтаж фильтра может быть выполнен по-

Рис. 42. Печатная плата узла V

**Рис. 44.** Печатная плата узла $У_6$.

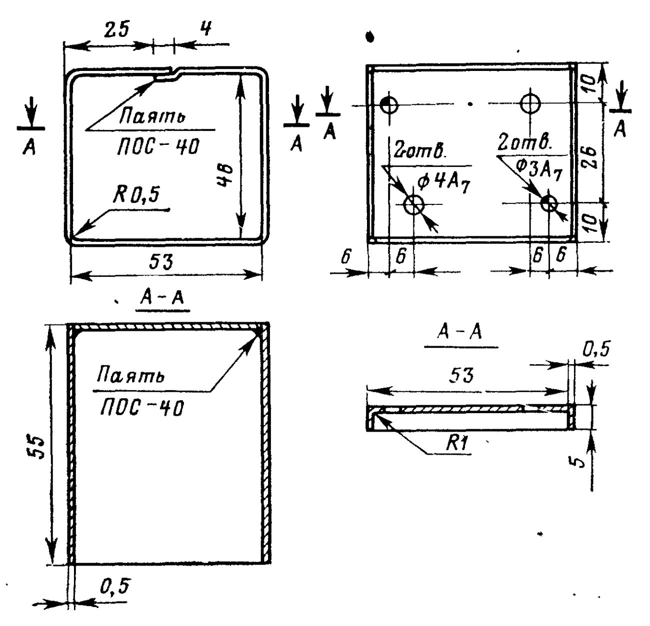



Рис. 45. Детали корпуса кварцевого фильтра.

разному. На рис. 46 показан монтаж восьмикристального фильтра, изготовленного из бескорпусных кварцевых резонаторов. Фильтр размещен на двух печатных платах, разделенных экраном. Ввиду того, что разность частот параллельного и последовательного резонансов в примененных резонаторах равна половине необходимой полосы пропускания фильтра, из схемы исключены конденсаторы $C_1$—$C_8$ и $C'_1$ — $C'_8$. Симметрирующие трансформаторы наматывают на кольцевые сердечники К7×4×2, изготовленные из феррита марки М2000НН. Для намотки используют два десятисантиметровых отрезка провода ПЭВ-2 диаметром 0,16 мм, скрученных в общую двухпроводную линию. Таким проводом наматывают 15 витков, концы проводов разделяют и для образования отвода от середины обмотки конец одного из проводов соединяют с началом другого. Для симметрирующих трансформаторов можно использовать сердечники из феррита другой марки с тем же количеством витков; параметры фильтра при этом практически не изменяются. После настройки фильтров к внутренней стороне крышки приклеивают марлевый мешочек с несколькими гранулами силикагеля, фильтры закрывают и запаивают.

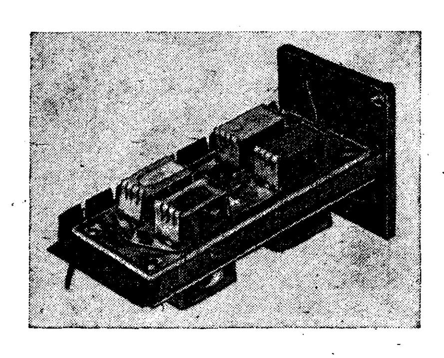


Рис. 46. Вариант монтажа восьмикристального кварцевого фильтра.

## 13. Сборка и монтаж трансивера

Сборку и монтаж трансивера производят в определенной последовательности. Несоблюдение этой последовательности может привести к трудностям производства монтажа в отдельных узлах трансивера.

Сборку начинают с крепления ламповых панелей. Под винты, крепящие ламповые панели (где это необходимо), подкладывают контактные лепестки, служащие для подпайки проводов, подлежащих соединению с шасси. После закрепления всех ламповых панелей к шасси привинчивают силовой трансформатор и экранирующие перегородки усилителя мощности. В отверстия шасси и нижней перегородки вставляют резиновые пистоны и устанавливают соединительный жгут. Провода соединительного жгута подпаивают к выводам силового трансформатора и к накальным выводам ламповых панелей. После этого закрепляют электролитические конденсаторы $C_{58}$, $C_{59}$, $C_{60}$, $C_{61}$, $C_{64}$ и к ним подпаивают провода соединительного жгута.

На верхней экранной перегородке усилителя мощности закрепляют конденсаторы переменной емкости $C_{47}$, $C_{48}$ и фиксатор переключателя диапазонов с галетой $B_{16}$ и катушками $L_{15}$ и $L_{16}$. Конденсаторы $C_{47}$ и $C_{48}$ подсоединяют к катушкам $L_{15}$, $L_{16}$ и к разделительному конденсатору $C_{50}$, который закрепляют на шасси. Далее устанавли-

Таблица 9

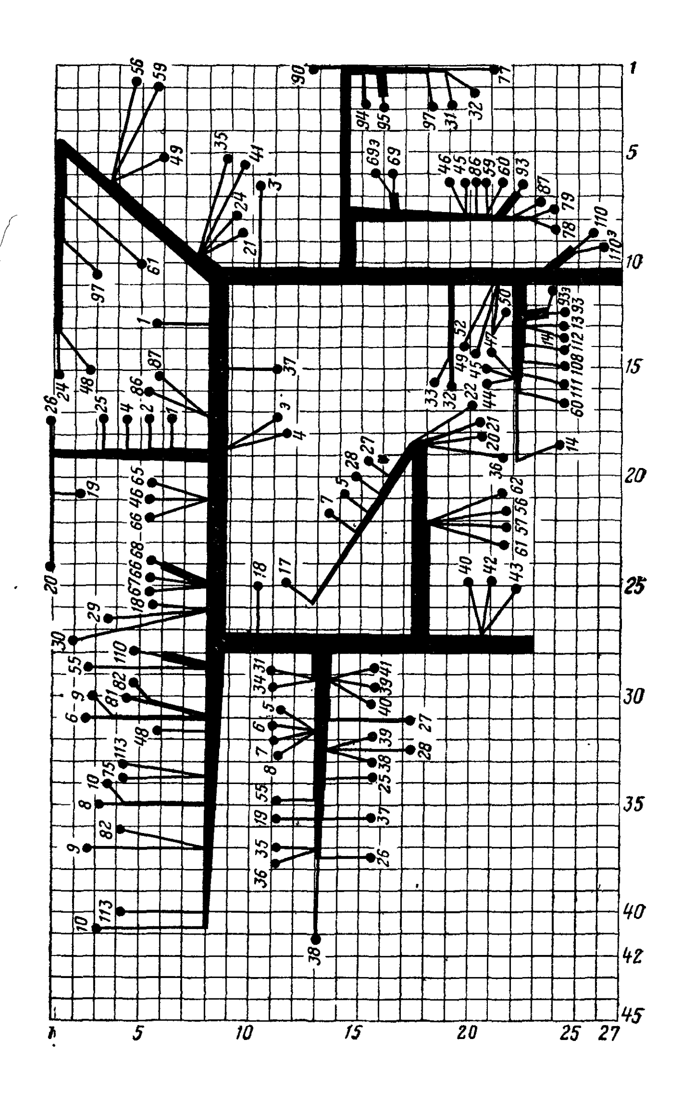
| Провод | Сечение провода, мм² | Длина провода, см | Откуда поступает (элемент, номер вывода) | Куда поступает (элемент, номер вывода) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,35 | 12 | $Тр_1$, 1 | Держатель предохранителя |
| 2 | 0,35 | 62 | $Тр_1$, 2 | $В_{2а}$ |
| 3 | 0,35 | 51 | $В_{2а}$ | Планка, к которой подсоединяется сетевой шнур |
| 4 | 0,35 | 8 | $Тр_1$, 3 | Шасси |
| 5 | 0,35 | 25 | $Тр_1$, 13 | $Д_4—Д_7$ |
| 6 | 0,35 | 20 | $Д_4—Д_7$ | $Л_7$, 4 |
| 7 | 0,35 | 26 | $Тр_1$, 14 | $Д_4—Д_7$ |
| 8 | 0,35 | 23 | $Д_4—Д_7$ | $Л_7$, 8 |
| 9 | 0,35 | 17 | $Л_7$, 4 | $Л_8$, 4 |
| 10 | 0,35 | 16 | $Л_7$, 8 | $Л_8$, 8 |
| 11 | 0,35 | 32 | $Тр_1$, 16 | $Л_2$, 4 |
| 12 | 0,35 | 28 | $Л_2$, 4 | $Л_3$, 5 |
| 13 | 0,35 | 36 | $Л_2$, 4 | $У_6$, 16 |
| 14 | 0,35 | 10 | $У_6$, 16 | $У_6$, 6 |
| 15 | 0,1 | 27 | $Л_3$, 5 | $Л_1$ |
| 16 | 0,35 | 10 | $Л_3$, 5 | $Л_4$, 5 |
| 17 | 0,35 | 9 | $Л_4$, 5 | $Л_5$, 5 |
| 18 | 0,35 | 7 | $Тр_1$, 31 | Шасси |
| 19 | 0,1 | 33 | $Тр_1$, 6 | $Д_8$ |
| 20 | 0,1 | 42 | $Тр_1$, 7 | $С_{58}$, корпус |
| 21 | 0,1 | 44 | $С_{58}$, корпус | $R_{53}$ |
| 22 | 0,1 | 39 | $С_{58}$, корпус | $R_{118}$ |
| 23 | 0,1 | 34 | $R_{118}$ | $Р_1$, 3, 8 |
| 24 | 0,1 | 14 | $R_{53}$ | $R_{52}$ |
| 25 | 0,1 | 29 | $Тр_1$, 4 | $Д_9—Д_{16}$ |
| 26 | 0,1 | 35 | $Тр_1$, 5 | $Д_9—Д_{16}$ |
| 27 | 0,1 | 25 | $Тр_1$, 11 | $Д_{17}—Д_{20}$ |
| 28 | 0,1 | 27 | $Тр_1$, 12 | $Д_{17}—Д_{20}$ |
| 29 | 0,1 | 59 | $Тр_1$, 15 | $У_6$, 8 |
| 30 | 0,1 | 62 | $Тр_1$, 15 | $У_6$, 9 |
| 31 | 0,1 | 46 | $Д_4—Д_7$ | $У_4$, 12 |
| 32 | 0,1 | 24 | $У_4$, 12 | $С_{59}$ |
| 33 | 0,1 | 43 | $С_{59}$ | $Р_1$, 13 |
| 34 | 0,1 | 50 | $Д_4—Д_7$ | $Р_2$, 4 |
| 35 | 0,1 | 39 | $Д_8$ | $R_{45}$ |
| 36 | 0,1 | 29 | $Д_8$ | $С_{58}$ |
| 37 | 0,1 | 30 | $Д_9—Д_{16}$ | $С_{60}$ |
| 38 | 0,1 | 11 | $Д_9—Д_{16}$ | $Д_9—Д_{16}$ |
| 39 | 0,1 | 8 | $Д_9—Д_{16}$ | $Д_{17}—Д_{20}$ |
| 40 | 0,1 | 16 | $Д_{17}—Д_{20}$ | $С_{63}$ |
| 41 | 0,1 | 34 | $Д_{17}—Д_{20}$ | $R_{56}$ |
| 42 | 0,1 | 36 | $С_{64}$ | $Р_1$, 2 |
| 43 | 0,1 | 11 | $С_{63}$ | $Др_4$ |
| 44 | 0,1 | 42 | $В_{2а}$ | $R_{48}$, $R_{49}$ |
| 45 | 0,1 | 22 | $R_{48}$, $R_{49}$ | $У_4$, 6 |

| Провод | Сечение провода, мм² | Длина провода, см | Откуда поступает (элемент, номер вывода) | Куда поступает (элемент, номер вывода) |
|---|---|---|---|---|
| 46 | 0,1 | 29 | $У_4$, 6 | Ключ, 1 |
| 47 | 0,1 | 55 | $R_{47}$, $R_{48}$ | $Др_3$ |
| 48 | 0,1 | 37 | $R_{52}$, движок | $R_{44}$ |
| 49 | 0,1 | 25 | $R_{53}$ | $Д_{21}$ |
| 50 | 0,1 | 12 | $Д_{21}$ | $У_6$, 10 |
| 51 | 0,1 | 31 | $У_6$, 10 | $Р_1$, 10 |
| 52 | 0,1 | 19 | $Д_{21}$ | $У_5$, 2 |
| 53 | 0,1 | 21 | $У_5$, 2 | $У_1$, 2 |
| 54 | 0,1 | 30 | $У_1$, 2 | $R_{36}$ |
| 55 | 0,1 | 20 | $Др_{11}$ | $Др_5$ |
| 56 | 0,1 | 48 | $R_{56}$ | $С_{64}$ |
| 57 | 0,1 | 28 | $С_{64}$ | $R_{90}$ |
| 58 | 0,1 | 30 | $R_{90}$ | $R_{29}$ |
| 59 | 0,1 | 27 | $R_{56}$ | $У_4$, 4 |
| 60 | 0,1 | 26 | $У_4$, 4 | $У_6$, 12 |
| 61 | 0,1 | 51 | $R_{57}$ | $С_{64}$ |
| 62 | 0,1 | 36 | $С_{64}$ | $R_{20}$ |
| 63 | 0,1 | 28 | $R_{20}$ | $У_5$, 5 |
| 64 | 0,1 | 22 | $У_5$, 5 | $Р_1$, 9 |
| 65 | 0,1 | 61 | $Р_1$, 14 | Ключ, 3 |
| 66 | 0,1 | 9 | Ключ, 3 | Микрофон, 3 |
| 67 | 0,1 | 57 | Микрофон, 3 | $Р_2$, 5 |
| 68 | 0,1 экр. | 49 | Микрофон, 1 | $R_{88}$ |
| 69 | 0,1 экр. | 46 | $R_{88}$ | $У_4$, 7 |
| 70 | 0,1 | 14 | $Р_1$, 11 | $В_{2б}$ |
| 71 | 0,1 | 24 | $В_{2б}$ | $R_{12}$ |
| 72 | 0,1 | 14 | $R_{12}$ | $У_5$, 6 |
| 73 | 0,1 | 14 | $Р_1$, 12 | $В_{2б}$ |
| 74 | 0,1 | 17 | $В_{2б}$ | $R_{10}$ |
| 75 | 0,1 | 55 | $Р_1$, 5 | $С_{57}$ |
| 76 | 0,1 | 21 | $Р_1$, 4 | mA |
| 77 | 0,1 | 48 | $Р_1$, 6 | $У_4$, 13 |
| 78 | 0,1 | 53 | $Р_1$, 1 | $У_4$, 1 |
| 79 | 0,1 | 63 | $У_4$, 1 | $R_{34}$ |
| 80 | 0,1 | 19 | $R_{34}$ | $R_{38}$ |
| 81 | 0,1 | 49 | $R_{34}$ | $Л_6$, 3 |
| 82 | 0,1 | 14 | $Л_6$, 3 | $Л_7$, 3 |
| 83 | 0,1 | 33 | $Р_1$, 7 | $Л_2$, 6 |
| 84 | 0,1 | 34 | $Л_2$, 6 | $Л_4$, 8 |
| 85 | 0,1 | 42 | $Л_2$, 6 | $У_6$, 11 |
| 86 | 0,1 | 24 | Телефоны, 1 | $У_4$, 5 |
| 87 | 0,1 | 26 | Телефоны, 1 | $У_4$, 2 |
| 88 | 0,1 | 23 | $У_5$, 9 | $В_{2б}$ |
| 89 | 0,1 | 25 | $В_{2б}$ | $У_5$, 3 |
| 90 | 0,1 | 55 | $В_{2б}$ | $У_4$, 8 |
| 91 | 0,1 | 13 | $R_{10}$ | $R_{13}$ |
| 92 | 0,1 | 17 | $R_{10}$, движок | $Д_3$ |
| 93 | 0,1 экр. | 22 | $У_6$, 17 | $У_4$, 3 |

| Провод | Сечение провода, мм² | Длина провода, см | Откуда поступает (элемент, номер вывода) | Куда поступает (элемент, номер вывода) |
|---|---|---|---|---|
| *94* | 0,1 | 41 | $У_4$, *9* | $У_6$, *2* |
| *95* | 0,1 экр. | 37 | $У_4$, *10* | $У_5$, *10* |
| *96* | 0,1 экр. | 26 | $У_5$, *10* | $R_{116}$, движок |
| *97* | 0,1 | 39 | $У_4$, *11* | $R_{89}$ |
| *98* | 0,1 | 30 | $У_5$, *1* | $R_{116}$ |
| *99* | 0,1 | 29 | $У_5$, *7* | $R_{117}$ |
| *100* | 0,1 экр. | 39 | $У_5$, *8* | $Л_4$ |
| *101* | 0,1 экр | 23 | $У_5$, *12* | Вход фильтра 2,4 кГц |
| *102* | 0,1 экр. | 32 | Вход фильтра 2,4 кГц | $В_3$ |
| *103* | 0,1 экр. | 28 | Вход фильтра 400 Гц | $В_3$ |
| *104* | 0,1 экр. | 29 | Выход фильтра 400 Гц | $В_3$ |
| *105* | 0,1 экр. | 25 | $В_3$ | $Тр_2$ |
| *106* | 0,1 | 34 | $R_{31}$ | $R_{35}$ |
| *107* | 0,1 | 26 | $R_{31}$ | $У_6$, *5* |
| *108* | 0,1 | 34 | $У_6$, *5* | $У_6$, *14* |
| *109* | 0,1 экр. | 34 | $Л_3$, *2* | $У_6$, *3* |
| *110* | 0,1 экр. | 39 | $C_{55}$ | $У_6$, *18* |
| *111* | 0,1 | 39 | $У_6$, *4* | $У_6$, *13* |
| *112* | 0,1 | 46 | $У_6$, *15* | $R_{119}$ |
| *113* | 0,1 | 14 | $Л_7$, *1* | $Л_8$, *1* |

вают неоновую лампочку $Л_6$ и монтажную планку около панелей ламп $Л_7$ и $Л_8$. Затем винтами, служащими для крепления гнезд *Микрофон*, *Ключ* и *Телефоны*, на шасси закрепляют заднюю панель. Дополнительно заднюю панель крепят к экранирующим перегородкам усилителя мощности. Далее закрепляют на шасси проволочные резисторы $R_{51}$, $R_{53}$, $R_{56}$ и $R_{57}$. На задней панели устанавливают потенциометры $R_{52}$ и $R_{89}$, держатель предохранителя и зажим заземления. Провода соединительного жгута подпаивают ко всем деталям, установленным на задней панели, и к проволочным резисторам. На нижней экранирующей перегородке усилителя мощности закрепляют дроссель $Др_5$ и нейтродинный конденсатор $C_{45}$. Заканчивают монтаж усилителя мощности и устанавливают правую боковую стенку.

Провода соединительного жгута подпаивают к печатной плате функционального узла $У_4$. К левой боковой стенке привинчивают тепловой экран и стенку закрепляют на шасси и задней панели. Печатную плату узла $У_4$ закрепляют на левой боковой стенке. На шасси закрепляют реле $P_1$ и к его выводам подпаивают провода соединительного жгута. Устанавливают печатные платы функциональных узлов $У_5$ и $У_6$ и к их выводам подпаивают провода соединительного жгута. Устанавливают экранирующую перегородку с закрепленной печатной платой узла $У_3$ и закрепляют катушки $L_{10}$—$L_{14}$. Устанавливают конденсаторы переменной емкости $C_{30}$ и $C_{31}$, реле $P_2$.


1 5 10 15 20 25 27
1 5 10 15 20 25 30 35 40 42 45

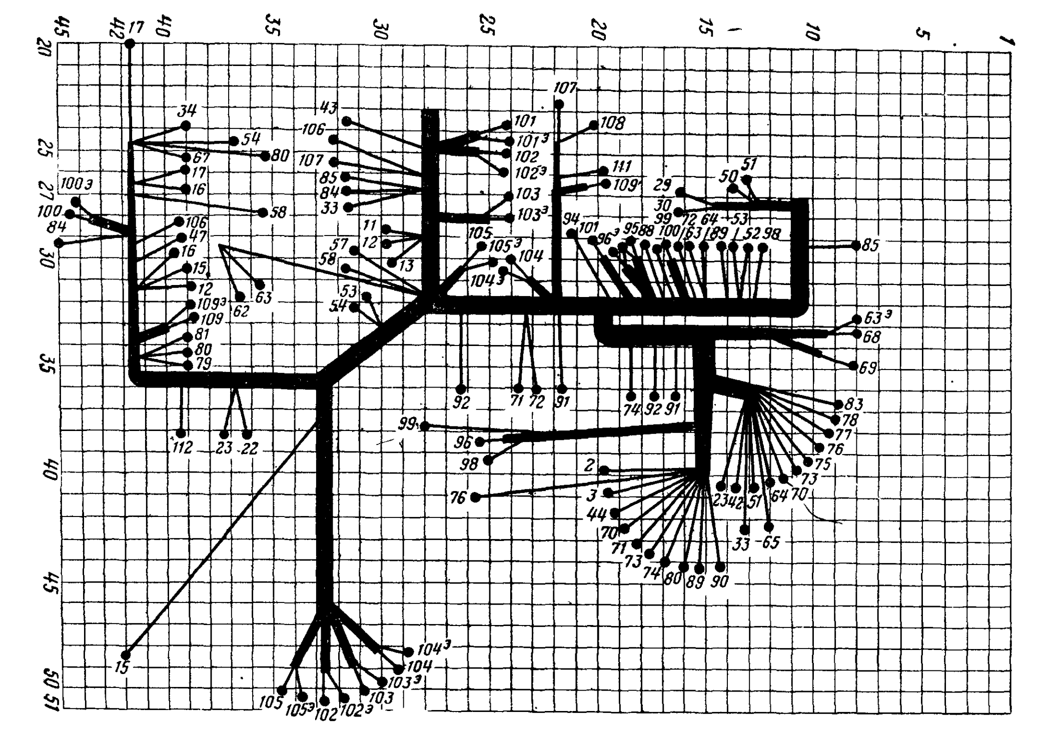



Рис. 47. Схема соединительного жгута. Шаг координатной сетки 1 см.

К печатной плате узла $У_3$ подпаивают провода соединительного жгута. Выводы катушек $L_{10}$—$L_{14}$ подсоединяют к контактам галеты $В_{1д}$. Устанавливают экранирующую перегородку с закрепленной печатной платой узла $У_2$. Заканчивают навесной монтаж усилителей высокой частоты и смесителей, закрепляют кварцевые фильтры и трансформатор $Тр_2$. Устанавливают блок гетеродина перестраиваемой частоты. Провода соединительного жгута подпаивают к контактам переключателей $В_2$ и $В_3$. Собирают и устанавливают переднюю панель. Устанавливают потенциометр $R_{10}$ и заканчивают монтаж.

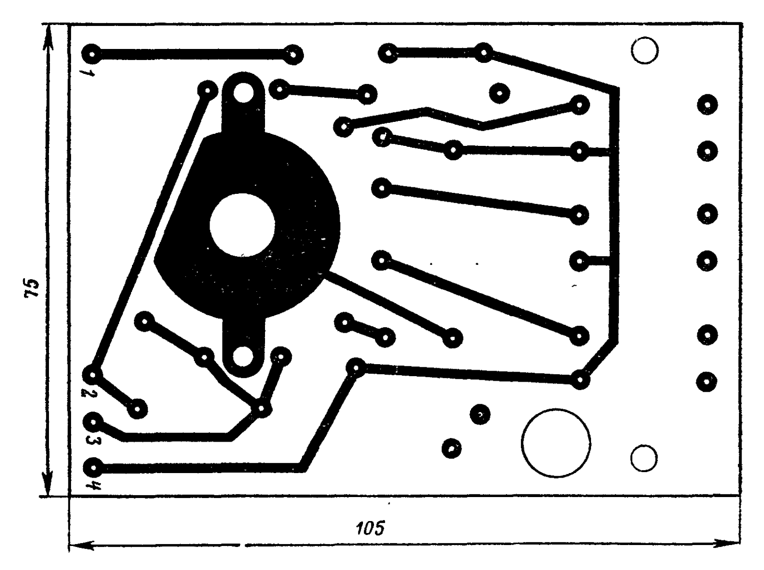



Рис. 48. Печатная плата узла $У_3$.

**Соединительный жгут.** Для облегчения монтажа трансивера большинство соединительных проводов связывают в общий соединительный жгут. Схема соединительного жгута приведена на рис. 47. Соединительный жгут изготавливают следующим образом. На лист плотной бумаги наносят координатную сетку с шагом 1 см. С помощью координатной сетки схема жгута переносится на бумагу. Чертеж жгута кладут на широкую доску и во всех точках, соответствующих изгибам соединительного жгута и концам проводов, забивают гвозди с обрезанными шляпками. Согласно данным табл. 9 отрезают провода необходимой длины и закрепляют их на чертеже жгута. На концы проводов одевают бирки с условными номерами. В качестве бирок можно применять полихлорвиниловые трубки, на которые шариковой ручкой наносят номер. На все экранированные провода надевают поливинилхлоридные или полиэтиленовые трубки. Провода от сети (*1*, *2*, *3*), идущие на переключатель рода работы, вставляют в общую экранирующую оплетку и изоляционную трубку. Для подсоединения экранирующей оплетки к шасси трансивера к ней под-

паивают провод длиной 4 см и закрепляют его в точке *Э* чертежа жгута. После укладки всех проводов соединительный жгут связывают крепкими нитками. Все узлы ниток смазывают клеем. Чтобы соединительный жгут вышел не очень толстым, не следует брать провода со слишком большим сечением и толстой изоляцией. Для жгута лучше подходят многожильные мягкие провода. Однако можно применять и одножильные.

Для соединительного жгута расход провода сечением 0,35 мм$^2$ — 3,8 м, сечением 0,1 мм$^2$ — 26,3 м и экранированного провода — 4,5 м. Расход поливинилхлоридной трубки — 6,8 м.

**Монтаж смесителей и усилителей высокой частоты.** В обоих смесителях и усилителях высокой частоты применен объемно-навесной монтаж. Исключение составляет печатная плата узла $У_3$ (рис. 48), на которой размещены катушки $L_5$—$L_9$. Катушки и галету $B_{1г}$ переключателя диапазонов крепят к печатной плате узла $У_3$ точно так же, как и к плате узла $У_2$. Резистор $R_{29}$ — типа МЛТ-2, конденсатор $C_{28}$ — типа КСО, конденсатор $C_{29}$ — типа КТ. Выводы платы $У_3$ такие же, как и в плате $У_2$. Смонтированную печатную плату крепят на экранирующей перегородке (см. рис. 30). На обратной стороне перегородки устанавливают галету $B_{1д}$.

Объемно-навесная часть монтажа показана на рис. 49. Катушки $L_{11}$ и $L_{13}$ размещены в нижней части шасси, катушки $L_{10}$, $L_{12}$ и $L_{14}$ — в верхней части. Часть навесного монтажа размещена на монтажной планке, изготовленной из гетинакса или текстолита. Резисторы $R_{34}$, $R_{38}$ и $R_{90}$ — типа МЛТ-1, остальные — типа МЛТ-0,25 или ВС-0,125 (УЛМ). Конденсаторы $C_{32}$, $C_{35}$, $C_{38}$, $C_{40}$, $C_{43}$ и $C_{117}$ — типа КТ, конденсатор $C_{41}$ — типа КСО, конденсатор $C_{33}$ — типа КПК-МН2/7, конденсаторы $C_{36}$, $C_{44}$ и $C_{116}$ — типа БМТ с номинальным рабочим напряжением 400 В. Остальные конденсаторы — типа БМ с номинальным рабочим напряжением 150 В. При монтаже следует избегать длинных проводов и не менять место подсоединения конденсатора $C_{41}$ к шасси.

**Монтаж усилителя мощности** показан на рис. 21. Монтаж следует начинать с подключения проводов соединительного жгута к панелям ламп $Л_7$ и $Л_8$. После подсоединения всех проводов соединительного жгута устанавливают монтажную планку, на которой размещены резисторы $R_{44}$, $R_{45}$, дроссель $Др_{10}$ и конденсаторы $C_{55}$, $C_{56}$. Анодный дроссель $Др_5$ закрепляют на экранирующей перегородке с помощью двух кронштейнов. На той же перегородке устанавливают нейтродинный конденсатор $C_{45}$. Разделительный конденсатор $C_{50}$ закрепляют на шасси. Чтобы уменьшить емкость между конденсатором и шасси, его устанавливают на втулках, отделяющих конденсатор от шасси на 3 мм. Неоновую лампочку $Л_6$ вставляют в отверстие в шасси, цоколь припаивают к шасси. Для увеличения жесткости монтажа точку соединения антипаразитных дросселей $Др_6$ и $Др_7$ закрепляют на фторопластовой стойке. В качестве конденсатора переменной емкости $C_{47}$, $C_{48}$ применяют блоки сдвоенных конденсаторов типа КПЕ12/495. В конденсаторе $C_{48}$ (*Нагрузка*) используют блок без каких-либо переделок, обе секции соединяют параллельно. В конденсаторе $C_{47}$ (*Анод*) каждую вторую пластину статора и ротора снимают; кроме того, для уменьшения начальной емкости статорные пластины обрезают согласно рис. 13. Обе секции блока также соединяют параллельно. Резисторы $R_{42}$, $R_{43}$, $R_{44}$ и $R_{45}$ — типа МЛТ-0,5, резисторы $R_{39}$, $R_{40}$ и $R_{41}$ — типа МЛТ-2. В качестве резистора $R_{46}$ используют отрезок проволоки из металла с большим удельным со-

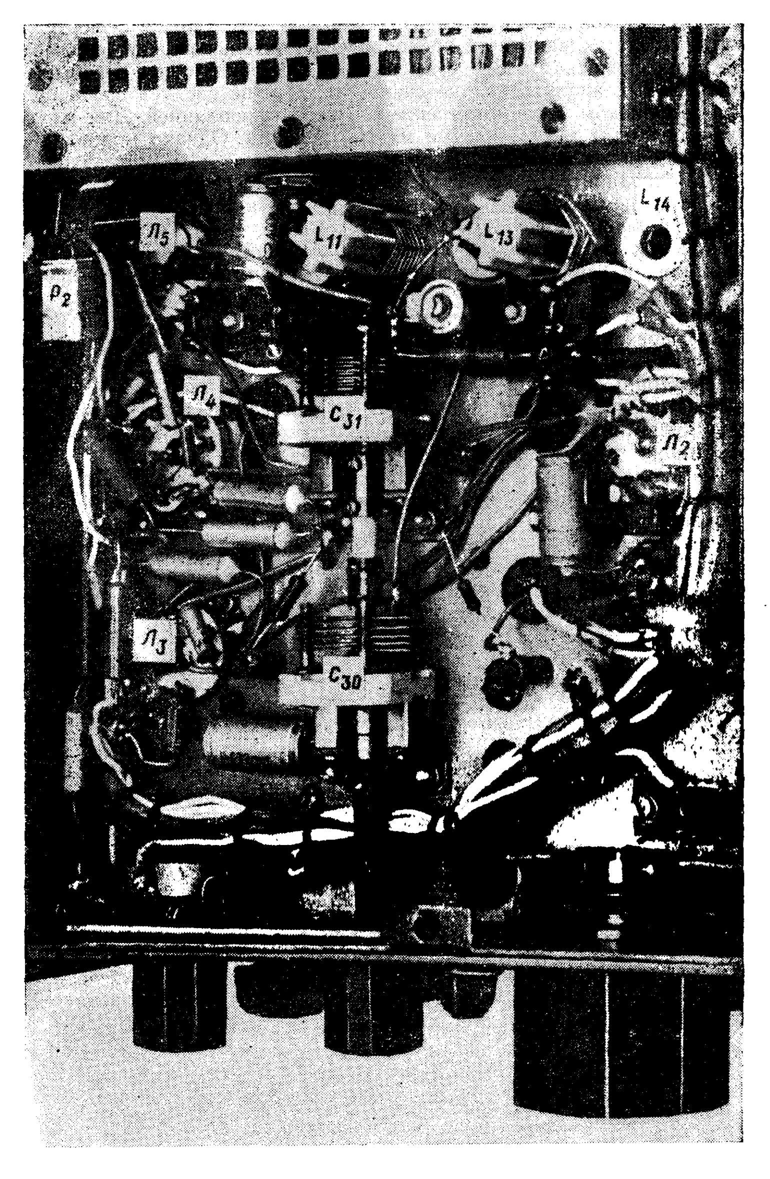



Рис. 49. Монтаж смесителей и усилителей высокой частоты.

противлением. Сопротивление резистора $R_{46}$ выбирается в зависимости от типа примененного стрелочного прибора. Конденсаторы $C_{46}$, $C_{49}$, $C_{52}$, $C_{53}$ — типа КТ, конденсаторы $C_{55}$ и $C_{57}$ — типа БМ с номинальным рабочим напряжением 150 В, конденсатор $C_{54}$ — типа БМТ с номинальным напряжением 400 В, конденсатор $C_{56}$ — типа КСО с номинальным напряжением 250 В, конденсатор $C_{50}$ — типа КСО-8 с номинальным рабочим напряжением не менее 2000 В, конденсатор $C_{51}$ — типа КВИ.

Выполняя монтаж усилителя мощности, следует помнить, что при работе трансивера в анодной цепи возникают напряжения до 2000 В.

**Монтаж схемы питания** показан на рис. 22. Диоды $Д_9$—$Д_{20}$ размещают на двух монтажных планках, расположенных одна над другой. На третьей монтажной планке размещают диоды $Д_4$—$Д_8$, конденсатор $C_{52}$ и дроссель $Др_{11}$. Все монтажные планки следует закреплять на шасси до установки силового трансформатора. Электролитические конденсаторы $C_{58}$, $C_{60}$ и $C_{61}$ изолируют от шасси диэлектрическими шайбами. Проволочные резисторы $R_{51}$, $R_{53}$, $R_{56}$ и $R_{57}$ размещают в два яруса сверху шасси. Все электролитические конденсаторы — типа К50-3 или К50-7. Номинальное рабочее напряжение конденсатора $C_{58}$ — не менее 150 В, конденсатора $C_{59}$ — 25 В, конденсаторов $C_{60}$ и $C_{61}$ — не менее 450 В, конденсатора $C_{63}$ — 350 В и конденсатора $C_{64}$ — 300 В.

Резисторы $R_{51}$ и $R_{56}$ — типа ПЭВ с номинальной мощностью рассеяния не менее 7,5 Вт, резисторы $R_{53}$ и $R_{57}$ — типа ПЭВ с номинальной мощностью рассеяния не менее 10 Вт. Резисторы $R_{54}$, $R_{55}$ — типа МТ-2 или МЛТ-2. Конденсатор $C_{62}$ — типа КСО или К40У-9 с номинальным рабочим напряжением не менее 1000 В. Варисторы $R_{58}$ и $R_{59}$ — типа СН1-2-1-56 В. Вместо варисторов можно применять стабилитроны Д817Г, Д817ГП, КС620А, КС620АП или любой другой с напряжением стабилизации 100—120 В.

# Глава третья

# РЕГУЛИРОВКА И НАСТРОЙКА ТРАНСИВЕРА

## 14. Настройка кварцевых фильтров

Настройку кварцевых фильтров следует начинать с подгонки частот кварцевых резонаторов. Для измерения частот параллельного и последовательного резонансов необходимо собрать схему, показанную на рис. 50. Резисторные делители на входе и выходе кварцевого резонатора исключают влияние емкостей выхода генератора и входа высокочастотного вольтметра на частоты резонатора. В измерительную схему кварцевый резонатор следует включать в том же держателе, в котором он будет вмонтирован в фильтр. Для обнаружения частот кварцевых резонаторов частоту генератора медленно изменяют. Если частота генератора не совпадает ни с одной из частот кварцевого резонатора, высокочастотный вольтметр будет показывать некоторое напряжение, так как сигнал генератора проходит, хотя и с ослаблением, через статическую емкость кварцевого резонатора. Если частота генератора совпадает с частотой последовательного

резонанса кварцевого резонатора, показание высокочастотного вольтметра резко возрастет. На частоте последовательного резонанса кварцевый резонатор эквивалентен короткому замыканию, так как сопротивление потерь значительно меньше сопротивлений резисторных делителей. Если частота генератора совпадает с частотой параллельного резонанса кварцевого резонатора, показание высокочастотного вольтметра резко уменьшится, так как на частоте параллельного резонанса кварцевый резонатор эквивалентен обрыву.

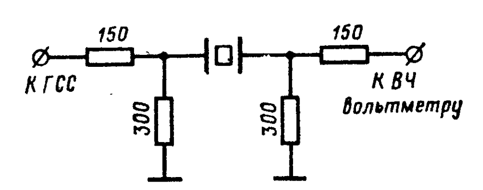



Рис. 50. Схема измерения частот кварцевых резонаторов.

Реальные кварцевые резонаторы, кроме основных резонансов, имеют множество резонансов на других частотах. Резонансы, частоты которых отличаются от частот основных резонансов и их нечетных гармоник, являются паразитными. Наличие паразитных резонансов в кварцевых резонаторах, включенных в фильтр, весьма нежелательно, так как на этих частотах ослабление фильтра значительно снижается. По этой причине перед началом подгонки частот все кварцевые резонаторы исследуют на наличие паразитных резонансов. Резонатор, обладающий наибольшим числом паразитных резонансов вблизи основного, используют для опорного генератора.

Для фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц следует отобрать кварцевые резонаторы с наименьшим числом паразитных резонансов вблизи основного. Паразитными резонансами, частоты которых отличаются более чем на 50—70 кГц от основного, можно пренебречь. Обычно не удается отобрать достаточное количество кварцевых резонаторов, не имеющих паразитных резонансов. В таком случае при комплектации фильтра необходимо избегать резонаторов с паразитными резонансами на одной частоте. Если это не удается, кварцевые резонаторы с паразитными резонансами на одной частоте необходимо ставить в разных звеньях фильтра.

О добротности кварцевых резонаторов можно судить по показаниям высокочастотного вольтметра на частоте последовательного резонанса. Большее показание вольтметра соответствует высшей добротности резонатора, и наоборот. Не следует использовать кварцевые резонаторы с различной добротностью в одних и тех же звеньях фильтра, так как это увеличивает неравномерность частотной характеристики и затухания в полосе пропускания.

Желательно результаты исследования кварцевых резонаторов свести в таблицу. Это облегчает отбор резонаторов. В качестве примера служит табл. 10.

Рассмотрим 17 кварцевых резонаторов, характеристики которых приведены в табл. 10. По добротности все резонаторы можно разделить на четыре группы. К первой группе, соответствующей наивыс-

Таблица 10

| Номер резонатора | Показания вольтметра на основном резонансе, В | Частоты паразитных резонансов, кГц (от основной частоты) |
|---|---|---|
| *1* | 2,7 | —64; —17; +43 |
| *2* | 2,6 | —11; +50 |
| *3* | 2,6 | —70; —61; +23; +31 |
| *4* | 2,6 | —22; —8; +19 |
| *5* | 2,7 | —67; —41; +9; +14; +28; +33 |
| *6* | 2,6 | —19; +67 |
| *7* | 1,9 | —8; +57 |
| *8* | 2,5 | +49 |
| *9* | 2,6 | —14; +63 |
| *10* | 2,6 | —19; +30; +43 |
| *11* | 2,2 | —60; +29 |
| *12* | 2,7 | —31; +11; +59 |
| *13* | 2,7 | —48; +17; +64 |
| *14* | 2,6 | —29; —19; —10; +43; +51 |
| *15* | 2,6 | +62 |
| *16* | 2,5 | —19; +44 |
| *17* | 2,6 | +49 |

шей добротности (показания вольтметра 2,7 В), относятся кварцевые резонаторы *1*, *5*, *12*, *13*; ко второй группе (показания вольтметра 2,6 В) — резонаторы *2—4*, *6*, *9*, *10*, *14*, *15*, *17*; к третьей группе (показания вольтметра 2,5 В) — резонаторы *8*, *16*; к четвертой группе, показания вольтметра менее 2,5) — резонаторы *7*, *11*. В первой и третьей группах резонаторов, обладающих паразитными резонансами на одной частоте, нет. Во второй группе резонаторы *6*, *10* и *14* имеют паразитные резонансы на частоте —19 кГц и резонаторы *10* и 14 — на частоте +43 кГц. Наибольшим числом паразитных резонансов обладают кварцевые резонаторы *5* и *14*. Учитывая то, что резонатор *14* имеет паразитные резонансы на частотах, сходных с частотами паразитных резонансов других резонаторов, он наименее пригоден для использования в фильтрах и может быть применен в опорном генераторе.

Кварцевые резонаторы *6* и *10*, имеющие паразитные резонансы на одной частоте (—19 кГц), не следует включать в основной фильтр с полосой пропускания 2,4 кГц. Их можно применить в фильтре с полосой пропускания 400 Гц, но обязательно в различных звеньях. Остальные два резонатора для фильтра с полосой пропускания 400 Гц выбирают из второй группы. Наибольшее число паразитных резонансов во второй группе (кроме отобранных) имеют кварцевые резонаторы *3* и *4*. Таким образом, для фильтра с полосой пропускания 400 Гц можно использовать резонаторы *3*, *4*, *6*, *10*.

Резонаторы для фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц отбирают из числа оставшихся. Явно непригодными (из-за низкой доброт-

ности) являются кварцевые резонаторы *7* и *11*. Не следует применять и резонатор *5*, так как он обладает большим числом паразитных резонансов. Все три оставшихся в первой группе резонатора имеют по три паразитных резонанса, однако частоты паразитных разонансов резонатора *12* близки к частоте основного резонанса. Таким образом, для фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц пригодными являются резонаторы *1*, *2*, *8*, *9*, *13*, *15—17*.

Если число годных кварцевых резонаторов недостаточно, фильтр с полосой пропускания 400 Гц можно сделать однозвенным (см. рис. 6). Фильтр с полосой пропускания 2,4 кГц можно собрать из шести и даже из четырех резонаторов. Естественно, коэффициент прямоугольности таких фильтров получается ниже.

После отбора кварцевых резонаторов можно приступить к расстановке частот основных резонансов согласно табл. 3 и 4. Частота параллельного резонанса понижается при подключении параллельно кварцевому резонатору конденсаторов небольшой емкости. Для повышения частоты последовательного резонанса конденсатор включают последовательно кварцевому резонатору. При необходимости можно изменить частоты кварцевых резонаторов изменением массы серебряных электродов. Масса электродов уменьшается, а частоты обоих резонансов увеличиваются при стирании части серебра чернильной резинкой. Массу электродов можно увеличить, а следовательно, частоты резонансов понизить, если натереть электроды куском свинца. Применять для этой цели графит не следует, так как он слабо держится на серебре, и стабильность частоты кварцевого резонатора снижается. Необходимо учесть, что изменение массы серебряных электродов влечет изменение добротности.

В схеме измерения частот кварцевых резонаторов (см. рис. 50) в качестве генератора и высокочастотного вольтметра очень удобно применять измерители амплитудно-частотных характеристик типа Х1-38 или Х1-27. Для обнаружения паразитных резонансов измеряемого кварцевого резонатора полосу качания устанавливают около 150 кГц на всю ширину экрана, а период развертки — 10 с. Для измерения частоты основных резонансов полосу качания устанавливают около 10 кГц, период развертки — 10 или 40 с. Частоту основных резонансов измеряют внешним частотомером. Точность определения частот параллельного и последовательного резонансов должна быть не менее 20—30 Гц для фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц и не менее 10—15 Гц для фильтра с полосой пропускания 400 Гц.

При отсутствии измерителя амплитудно-частотных характеристик с медленным качанием частоты в качестве генератора можно использовать любой генератор стандартных сигналов, например Г4-18 или ГСС-6. В качестве высокочастотного вольтметра можно использовать универсальные ламповые приборы типа ВК7-13 или А4-М2. Поиск паразитных резонансов кварцевых резонаторов осуществляют медленным изменением частоты генератора в пределах ±70 кГц от частоты основных резонансов. Для измерения частоты основных резонансов разрешающая способность шкалы генераторов стандартных сигналов явно не достаточна. Точность измерения можно значительно повысить, воспользовавшись дополнительным низкочастотным генератором, имеющим шкалу с разрешающей способностью порядка нескольких герц. Для этого частоту генератора стандартных сигналов устанавливают на 10 кГц ниже частоты последовательного резонанса измеряемого кварцевого резонатора. Перед измерением генератор необходимо хорошо прогреть, чтобы его частота не менялась.

Переключатель рода работы генератора устанавливают в положение внешней модуляции, осуществляемой от дополнительного низкочастотного генератора. Глубину модуляции необходимо установить в пределах 80—95%. Поиск частот основных резонансов осуществляют медленным изменением частоты низкочастотного генератора и одновременным наблюдением за показаниями высокочастотного вольтметра. Частота найденного таким образом резонанса равна сумме частот обоих генераторов.

При отсутствии измерительной аппаратуры настройку кварцевых фильтров, как и всего трансивера, можно осуществлять с помощью

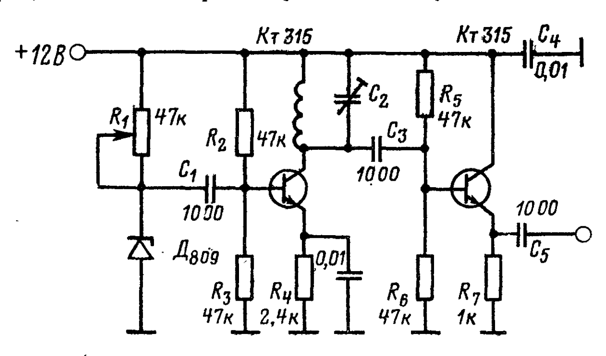



Рис. 51. Схема генератора шума.

связного коротковолнового приемника, имеющего шкалу с делениями не более 10 кГц, и универсального измерительного прибора (тестера). В этом случае для обнаружения паразитных резонансов кварцевых резонаторов необходимо собрать генератор шума согласно схеме, изображенной на рис. 51. Генератор шума настраивают следующим образом. Приемник настраивают на частоту кварцевых резонаторов и его вход связывают с выходом генератора шума. Полосу пропускания приемника устанавливают возможно шире. Автоматическую регулировку усиления выключают. К выходу приемника подключают тестер, включенный в режим измерения напряжения переменного тока. Включают питание генератора шума и потенциометром $R_1$ и подстроечным конденсатором $C_2$ добиваются наибольшего показания тестера.

После настройки генератор шума включают вместо генератора в схеме измерения частот кварцевых резонаторов (см. рис. 50). На место высокочастотного вольтметра включают приемник. Полосу пропускания приемника устанавливают возможно уже. Поиск паразитных резонансов кварцевых резонаторов осуществляют медленной расстройкой приемника в пределах ±70 кГц от частоты основных резонаторов.

Для измерения частоты основных резонансов в качестве генератора можно использовать гетеродин перестраиваемой частоты (функциональный узел $У_1$ на рис. 2). Для этого гетеродин перестраиваемой частоты настраивают на частоту кварцев. Настройку производят конденсатором $C_{11}$ и подбором дополнительного конденсатора, подклю-

ченного параллельно конденсатору $C_1$. Потенциометр $R_{10}$ должен быть установлен в среднее положение. Частоту гетеродина контролируют приемником. После того как частоту гетеродина установят на среднюю частоту полосы пропускания будущего фильтра, потенциометр $R_{10}$ переводят в крайнее левое положение и измеряют частоту гетеродина $f_1$. Затем потенциометр $R_{10}$ переводят в крайнее правое положение и измеряют частоту $f_2$. Пределы перестройки частоты равны разнице частот $f_1$ и $f_2$. Потенциометр $R_{10}$ оснащают шкалой большого диаметра. Шкалу можно изготовить из плотной бумаги. На шкалу наносят градуировку. Если потенциометр имеет линейную зависимость сопротивления от угла поворота оси, зависимость частоты получается также линейной. Точность отсчета частоты при достаточно большом диаметре шкалы получается вполне удовлетворительной. Например, если $f_1 - f_2 = 5$ кГц, 1° поворота оси соответствует примерно 20 Гц.

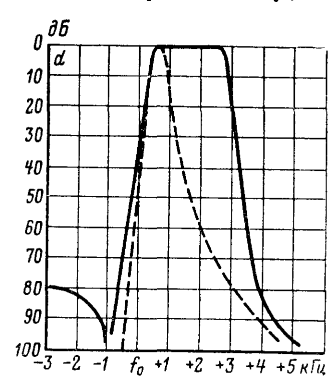


Рис. 52. Амплитудно-частотные характеристики кварцевых фильтров.

После расстановки частот всех 12 кварцевых резонаторов собирают фильтры и снимают их амплитудно-частотные характеристики. Для этого можно воспользоваться любым из описанных ранее методов измерения частот кварцевых резонаторов. Безусловно наиболее удобно пользоваться измерителем амплитудно-частотных характеристик.

Наличие индуктивности рассеяния обмоток дифференциального трансформатора может привести к искажениям амплитудно-частотных характеристик фильтров. Чаще всего это проявляется в виде «провала» в полосе пропускания фильтра. «Провал» можно устранить подбором емкости конденсатора $C_9$ (см. рис. 9 и 10). После подбора конденсатора $C_9$ снимают окончательную амплитудно-частотную характеристику фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц и совместную характеристику обоих фильтров, включенных последовательно. На рис. 52 приведена примерная амплитудно-частотная характеристика правильно настроенных фильтров.

## 15. Регулировка и настройка опорного гетеродина, балансного модулятора и кварцевого калибратора

Режимы работы транзисторов $T_{12}$ — $T_{15}$ (см. рис. 2) приведены в табл. 11. Измерения проводились тестером типа Ц435 или другим аналогичным прибором. Во время измерения кварцевые резонаторы $Кв_1$ и $Кв_2$ должны быть отключены от схемы, а на выводы *2*, *4* и 9 подано напряжение — 12 В.

После проверки режимов транзисторов по постоянному току в схему включают кварцевый резонатор $Кв_2$ и проверяют работу кварцевого калибратора. К выводу *8* подключают высокочастотный осциллограф и цифровой частотомер. Выходной сигнал кварцевого ка-

Таблица 11

| Транзистор | Напряжение на электродах, В | | |
|---|---|---|---|
| | Эмиттер | База | Коллектор |
| $T_{12}$ | —(1,8÷2,2) | —(2÷2,4) | —(5,5÷7,5) |
| $T_{13}$ | —(2,3÷3,3) | —(2,5÷3,5) | —(9,5÷11,5) |
| $T_{14}$ | 0 | —(0,2÷0,4) | —(0,3÷1) |
| $T_{15}$ | 0 | —(0,2÷0,4) | —(0,3÷0,8) |

либратора должен иметь форму прямоугольных импульсов с частотой повторения 100 кГц и амплитудой не менее 1,5 В. При необходимости частоту выходного сигнала можно изменить в небольших пределах путем стирания части серебра с электродов кварцевого резонатора.

Работу кварцевого калибратора можно проверить и с помощью коротковолнового связного радиоприемника. Сначала проверяют точность шкалы приемника. Для этого приемник настраивают на частоту одной из радиостанций, передающих эталоны частоты и времени. В европейской части СССР хорошо слышны радиостанции, передающие эталоны частоты 5, 10 и 15 МГц. Настроив приемник на одну из этих частот, следует добиться нулевых биений с частотой эталонного сигнала. После этого производят коррекцию шкалы приемника или, если это невозможно, учитывают погрешность шкалы. Включают кварцевый калибратор и его выход через конденсатор емкостью 2—5 пФ соединяют со входом радиоприемника. Точность частоты кварцевого калибратора проверяют по частоте его 50-й, 100-й или другой гармоники в зависимости от того, на какой частоте произведена поверка шкалы приемника. Амплитуда и форма выходного сигнала должны обеспечивать хорошее прослушивание всех высших гармоник вплоть до 30 МГц.

В схему включают кварцевый резонатор $Кв_1$. На вывод *5* подают напряжение +110 В. К выводу *4* подключают высокочастотный осциллограф и цифровой частотомер. Размах высокочастотного напряжения на выводе *4* должен быть не менее 3 В. Частоту опорного гетеродина устанавливают следующим образом. По амплитудно-частотной характеристике фильтра с полосой пропускания 2,4 кГц определяют частоту низкочастотного спада на уровне — 6 дБ. Частота опорного гетеродина должна быть на 250—350 Гц ниже этой частоты. Частоту гетеродина следует подогнать путем стирания (или натирания свинцом) серебряных электродов кварцевого резонатора $Кв_1$.

После установки частоты гетеродина необходимо проверить работоспособность схемы сдвига частоты. Для этого на вывод *3* подают напряжение —12 В. При этом частота колебаний высокочастотного напряжения на выводе *4* должна увеличиться на 500—700 Гц. Если частота колебаний повысилась менее чем на 500 Гц, следует уменьшить емкость конденсатора $C_{81}$ и, наоборот, если частота повысилась более чем на 700 Гц,— увеличить. При отсутствии измерительных приборов частоту колебаний выходного напряжения гетеродина можно проверить с помощью коротковолнового связного приемника.

Установив частоту опорного гетеродина, можно приступить к настройке балансного модулятора. Для этого к выводу *12* подключа-

ют высокочастотный милливольтметр, вход которого зашунтирован резистором сопротивлением 1 кОм. Если высокочастотный милливольтметр отсутствует, можно воспользоваться коротковолновым связным радиоприемником с подключенным к его выходу тестером. Попеременным вращением движков потенциометров $R_{116}$ и $R_{106}$ следует добиться наименьшего показания милливольтметра. После этого на вывод *10* через конденсатор емкостью 0,1 мкФ подают переменное напряжение 6,3 В частотой 50 Гц (от накальной обмотки силового трансформатора). Изменением емкости подстроечного конденсатора $C_{92}$ следует добиться наибольшего показания милливольтметра, подключенного к выводу *12*. При необходимости параллельно конденсатору $C_{92}$ можно подключить дополнительный конденсатор небольшой емкости. Закончив настройку на резонанс контура балансного модулятора, переменное напряжение 6,3 В от вывода *10* отключают и повторяют балансировку модулятора потенциометрами $R_{106}$ и $R_{116}$.

Далее проверяют работоспособность схемы разбалансировки балансного модулятора. Для этого на вывод *3* подают напряжение —12 В, что должно привести к появлению на выводе *12* высокочастотного напряжения амплитудой не менее 1 В.

Для проверки температурной стабильности балансного модулятора и опорного гетеродина их следует поместить в термокамеру. В случае отсутствия термокамеры можно воспользоваться бытовым калорифером или настольной лампой с рефлектором. Однако ни калорифером, ни лампой нельзя нагреть все устройство равномерно, поэтому применение термокамеры весьма желательно. Примитивную, но вполне пригодную термокамеру нетрудно изготовить из деревянного ящика. В качестве нагревательного элемента можно использовать проволочные резисторы типа ПЭВ, установленные на днище камеры на асбестовой или керамической основе. Чтобы можно было следить за температурой в камере, необходимо внутри нее установить термометр. Дверцы камеры следует застеклить. Деревянная термокамера обладает небольшой теплоемкостью, и ее можно быстро нагреть и охладить. Температуру можно регулировать с помощью автотрансформатора, через который подается напряжение на проволочные резисторы.

При повышении температуры окружающей среды до +45° С частота опорного гетеродина не должна измениться более чем на ±50 Гц, а глубина подавления несущей в балансном модуляторе должна сохраниться в пределах 60 дБ. Если эти параметры под влиянием температуры изменяются выше указанных пределов, необходимо найти и заменить детали, нагрев которых вызывает изменение параметров. Для этого можно воспользоваться электропаяльником, к жалу которого прикреплен прутик из керамики или стекла. Касаясь поочередно всех деталей, можно найти деталь, наиболее чувствительную к воздействию температуры. Однако, проверяя детали балансного модулятора следует учесть, что баланс схемы не нарушается, если параметры всех деталей под влиянием температуры изменяются одинаково.

Частоту генерации кварцевого калибратора определяют только параметры кварцевого резонатора. Остальные детали заметного влияния на частоту генерации не оказывают. Поэтому проверять стабильность частоты кварцевого калибратора при воздействии повышенной температуры не имеет смысла. Следует только проверить, не срывается ли генерация при нагреве калибратора до +45° С.

## 16. Регулировка и настройка гетеродина перестраиваемой частоты

Режимы по постоянному току транзисторов $T_1$ и $T_2$ (см. рис. 2) измеряют тестером типа Ц435 или подобным прибором. Во время измерения следует отключить конденсатор $C_{16}$ и на вывод *2* подать напряжение —12 В. Режимы транзисторов приведены в табл. 12.

Таблица 12

| Транзистор | Напряжение на электродах, В | | |
|---|---|---|---|
| | Эмиттер | База | Коллектор |
| $T_1$ | —(8÷9) | —(7,5÷8,5) | 0 |
| $T_2$ | —(9÷10) | —(8,5÷9,5) | 0 |

После проверки режимов транзисторов по постоянному току следует проверить их режимы по переменному току. Для этого снова подключают конденсатор $C_{16}$, затем параллельно конденсатору $C_{11}$ включают дополнительный конденсатор емкостью 100 пФ и переключатель $B_{1а}$ устанавливают в нейтральное положение. Высокочастотное напряжение на базе транзистора $T_2$, измеренное универсальным вольтметром типа ВК7-73 или А4-М2, должно быть не менее 2 В, на выводе *3* — не менее 5 В.

После проверки режимов регулируют линейность шкалы. Для этого на ось конденсатора переменной емкости $C_{11}$ надевают диск с наклеенной бумажной шкалой, проградуированной в угловых градусах. Каждый десятый градус отмечают укрупненной риской и цифрой. Конденсатор $C_{11}$ устанавливают в положение максимальной емкости. На корпус гетеродина укрепляют временную проволочную стрелку. Диск с бумажной шкалой крепят на оси конденсатора $C_{11}$ так, чтобы начало шкалы, отмеченное 0°, совпало со стрелкой. При повороте оси конденсатора $C_{11}$ в сторону уменьшения емкости шкала поворачивается в сторону увеличения угла. После закрепления шкалы конденсатор $C_{11}$ устанавливают в положение, соответствующее минимальной емкости. К выходу гетеродина подключают частотомер, в качестве которого может быть использован связной коротковолновый приемник, имеющий шкалу с ценой деления не более 10 кГц. Однако более удобно пользоваться цифровым электронно-счетным частотомером. Переключатель $B_{1а}$ устанавливают в положение, соответствующее диапазону 14 МГц. Подбором емкости конденсатора $C_5$ и регулировкой подстроечного конденсатора $C_6$ гетеродин настраивают на частоту 8860 кГц. Это соответствует наивысшей частоте гетеродина в диапазоне 14 МГц с запасом по перекрытию 10 кГц. Если промежуточная частота трансивера отличается от 5,5 МГц, наивысшую частоту гетеродина следует высчитать по формулам, приведенным в табл. 2.

Затем угол поворота конденсатора от положения максимальной емкости до положения минимальной делят на 37 частей. Например, если положение максимальной емкости соответствует 0°, а положение минимальной емкости — 245°, цена 1/37 части шкалы будет 6,6°. На шкале карандашом отмечают начало второго сегмента (в нашем

примере 6,6°) и оцифровывают его цифрой 0. Далее карандашом отмечают начала 7-го, 12-го, 17-го, 22-го, 27-го, 32-го и 37-го сегментов и оцифровывают их цифрами 50, 100, 150, 200, 250, 300 и 350 соответственно.

Конденсатор переменной емкости устанавливают в положение, соответствующее цифре 350 на шкале. Изгибая крайние роторные пластины, добиваются, чтобы частота гетеродина стала по возможности ближе к 8850 кГц. Конденсатор $C_{11}$ переводят в положение, соответствующее цифре 300 на шкале. Изгибая роторные пластины, устанавливают частоту гетеродина по возможности ближе к 8800 кГц. Таким же образом в положениях 250, 200, 150, 100, 50 и 0 устанавливают частоты гетеродина 8750, 8700, 8650, 8600, 8550 и 8500 кГц соответственно. Следует избегать крутых изгибов пластин ротора конденсатора, так как это может нарушить линейность шкалы. Регулировку линейности шкалы следует проделать несколько раз, так как любой изгиб пластин изменяет закон шкалы в широком сегменте. После регулировки линейности шкалы в роторных пластинах конденсатора переменной емкости могут остаться механические напряжения, которые со временем могут нарушить точность шкалы трансивера. Для снятия механических напряжений гетеродин перестраиваемой частоты нужно несколько раз нагреть до 100—120° С. Во избежание повреждения деталей следует избегать нагрева выше 120° С.

Закончив регулировку линейности шкалы, можно приступить к регулировке температурного коэффициента частоты. Под воздействием температуры могут изменяться параметры разных деталей, от которых зависит частота гетеродина. Это в первую очередь катушка индуктивности $L_1$, конденсатор переменной емкости $C_{11}$, варикап $Д_1$ и т. д. Ввиду того, что конденсатор переменной емкости $C_{11}$ и варикап $Д_1$ находятся на расстоянии нескольких сантиметров от катушки $L_1$ и основного монтажа гетеродина, при быстром нагреве их температура может несколько различаться. Поэтому конденсатор $C_{12}$, служащий для компенсации температурного коэффициента частоты, лучше разделить на два параллельно соединенных конденсатора, один из которых следует разместить на конденсаторе $C_{11}$, другой — в непосредственной близости от катушки $L_1$. Можно рекомендовать следующие емкости конденсатора $C_{12}$: около катушки $L_1$ — конденсатор емкостью 3 пФ, на конденсаторе переменной емкости $C_{11}$ — конденсатор емкостью 3,3 пФ. Оба конденсатора — типа КД или КТ группы ТКЕ М700. Подпаивать эти конденсаторы следует на возможно более коротких выводах, чтобы уменьшить их тепловое сопротивление. Установив конденсаторы $C_{12}$, переключатель диапазонов следует перевести в нейтральное положение, конденсатор $C_{11}$ — в положение, соответствующее $^2/_3$ максимальной емкости (между отметками 100 и 150 на временной шкале), на вывод *1* подать стабильное напряжение —(9÷10) В, на вывод *2* — напряжение —12 В, гетеродин поместить в термокамеру и зафиксировать частоту при комнатной температуре. Постепенно повышая температуру до 45—50° С, снимают зависимость частоты гетеродина от температуры. Если монтаж гетеродина выполнен из добротных деталей и качество всех паек хорошее, зависимость частоты гетеродина от температуры должна быть линейной, т. е. иметь форму, близкую к прямой. Наклон этой прямой в зависимости от общего температурного коэффициента частоты может быть положительным или отрицательным,

т. е. при повышении температуры частота гетеродина может повышаться или понижаться. Если частота гетеродина повышается, емкости конденсаторов термокомпенсации следует немного уменьшить. Если частота гетеродина понижается, емкости этих конденсаторов необходимо увеличить. После коррекции емкостей конденсатора $C_{12}$ температурный цикл повторяют и снимают новую зависимость частоты гетеродина от температуры. При необходимости такую коррекцию повторяют несколько раз до тех пор, пока частота гетеродина не будет зависеть от температуры в пределах от 20 до 45° С. Небольшое изменение частоты (не более 200—250 Гц на 10° С) вполне допустимо. При эксплуатации трансивера в нормальных условиях температура внутри корпуса гетеродина не превышает 35° С и после прогрева трансивера почти не меняется. Следовательно, при прогреве трансивера частота может уйти на 200—300 Гц и в дальнейшем стабилизируется.

Если зависимость частоты гетеродина от температуры нелинейна, сделать полную компенсацию температурного ухода частоты невозможно. В таком случае необходимо найти деталь, параметры которой нелинейно зависят от температуры. Кроме того, иногда параметры какой-нибудь детали, чаще всего конденсатора, под действием температуры меняются скачком. Происходит так называемое «мерцание» частоты. Неисправную деталь легко можно найти с помощью электропаяльника, к жалу которого прикреплен диэлектрический температуростойкий стержень. Поочередно нагревая все детали, качество которых вызывает сомнение, прослушивают сигнал гетеродина на приемнике. При нагреве исправных деталей частота гетеродина изменяется плавно, без скачков и «мерцания». Нагрев неисправной детали изменяет частоту гетеродина беспорядочно, частота «прыгает» и «мерцает». «Мерцание» частоты может возникать и вследствие механической нестабильности монтажа.

Закончив регулировку температурного коэффициента частоты, настраивают и подбирают конденсаторы $C_1$—$C_{10}$. Настройку следует начинать с диапазона 28 МГц. Конденсатор переменной емкости $C_{11}$ устанавливают в положение, соответствующее отметке 0 на временной шкале. Подбором емкости конденсатора $C_9$ и подстройкой конденсатора $C_{10}$ частоту гетеродина устанавливают равной 11 250 кГц. Если промежуточная частота трансивера отличается от 5,5 МГц, частоту гетеродина высчитывают по формулам, приведенным в табл. 2. Во избежание нарушения компенсации температурного коэффициента частоты конденсатор $C_9$, как и конденсаторы $C_1$, $C_3$, $C_5$, $C_7$, следует составить из двух параллельно соединенных конденсаторов, имеющих различные по знаку группы ТКЕ. Например, если емкость конденсатора $C_9$ должна равняться 13 пФ, ее можно составить из параллельно соединенных конденсаторов емкостью 7,5 пФ группы ТКЕ П33 и 5,6 пФ группы ТКЕ М47. Необходимо учесть и температурный коэффициент емкости подстроечного конденсатора, особенно в диапазоне 28 МГц, где его влияние на общий ТКЕ наибольшее. Если ТКЕ конденсаторов неизвестен, их подбирают экспериментально с помощью термокамеры. Кроме того, необходимо проверить конденсаторы $C_9$ и $C_{10}$ на отсутствие «мерцания» частоты.

Таким же образом в диапазоне 21 МГц подбирают конденсатор $C_7$, в диапазоне 14 МГц — конденсатор $C_5$, в диапазоне 7 МГц — конденсатор $C_3$ и в диапазоне 3,5 МГц — конденсатор $C_1$. Все эти конденсаторы припаивают между контактами галеты $B_{1а}$ и кронштей-

Таблица 13

| Частота трансивера, кГц | Частота гетеродина, кГц | Угол поворота шкалы, град |
|---|---|---|
| 28 000 | 11 250 | 6,6 |
| 28 020 | 11 260 | 8,6 |
| 28 040 | 11 270 | 10,6 |
| 28 060 | 11 280 | 12,6 |
| 21 000 | 7 750 | 6,6 |
| 21 010 | 7 755 | 9,6 |
| 21 020 | 7 760 | 12,6 |
| 3 500 | 9 000 | 6,6 |
| 3 510 | 9 010 | 10,1 |
| 3 520 | 9 020 | 13,6 |
| 3 530 | 9 030 | 17,1 |

Рис. 53. Шкала трансивера.

ном для крепления подстроечных конденсаторов. Конденсаторы должны держаться прочно, а их выводы должны быть возможно короче.

Градуировку шкалы следует начинать с диапазона 28 МГц. При этом корпус гетеродина должен быть закрыт, а в отверстие в галете $B_{1a}$ должен быть вставлен удлинитель оси переключателя диапазонов. На диапазонах 3,5; 14 и 28 МГц шкалу градуируют через каждые 10 кГц частоты гетеродина, а на диапазонах 7 и 21 МГц — через каждые 5 кГц. Это соответствует градуировке шкалы основной настройки трансивера через каждые 10 кГц на диапазонах 3,5; 7; 14; 21 МГц и через каждые 20 кГц на диапазоне 28 МГц. Градуировку следует начинать с длинноволнового конца диапазона. Для этого конденсатор переменной емкости $C_{11}$ устанавливают в положение, соответствующее отметке 0 на временной шкале (6,6° в рассмотренном ранее примере). Подстройкой конденсатора $C_{10}$ устанавливают частоту гетеродина 11 250 кГц. При помощи конденсатора переменной емкости устанавливают частоту гетеродина 11 260 кГц и записывают угол поворота шкалы, соответствующий этому положению конденсатора. Далее конденсатор переменной емкости настраивают так, чтобы частота гетеродина стала равной 11 270 кГц. Записывают новый угол поворота шкалы и т. д. Данные следует свести в таблицу, подобную табл. 13.

Согласно данным табл. 13 вычерчивают шкалу трансивера на ватмане в масштабе 3 : 1 или 4 : 1. Риски шкалы, соответствующие гармоникам кварцевого калибратора, отмечают треугольниками. Законченный чертеж шкалы фотографируют. Шкалу можно изготовить фотохимическим методом на листе алюминия или на фотобумаге. Размеры шкалы приведены на рис. 53. Готовую шкалу наклеивают на диск верньерного устройства.

## 17. Проверка и настройка микрофонного усилителя и мониторного генератора

Микрофонный усилитель и мониторный генератор, размещенные на печатной плате $У_4$ (см. рис. 2), настраивают до установки платы в трансивер. Усилитель постоянного тока настраивается при регулировке $S$-метра в полностью собранном трансивере.

Режимы транзисторов $T_5$—$T_7$ микрофонного усилителя приведены в табл. 14.

Таблица 14

| Транзистор | Напряжение на электродах, В | | |
|---|---|---|---|
| | Эмиттер | Коллектор | База |
| $T_5$ | —(0,2÷0,5) | —(1÷1,5) | —(0,4÷0,7) |
| $T_6$ | —(0,8÷1,2) | —(5÷7,5) | —(1÷1,5) |
| $T_7$ | —(0,8÷1,2) | —(5÷7,5) | —(1÷1,5) |

Режимы транзисторов по постоянному току измеряют тестером Ц435 или прибором подобного типа. Для измерения режимов на вывод *8* необходимо подать напряжение — 12 В.

После проверки режимов снимают амплитудно-частотную характеристику усилителя и проверяют коэффициент усиления. Для этого на вход усилителя (вывод *7*) подают сигнал с генератора низкой частоты. Выходное напряжение генератора устанавливается равным 1 мВ. К выходу микрофонного усилителя (вывод *10*) подсоединяют тестер Ц435. Изменяя частоту генератора в пределах от 50 до 3000 Гц, снимают показания тестера. Коэффициент усиления усилителя на частоте 2400 Гц должен быть примерно в 3 раза больше, чем на частоте 400 Гц. При необходимости усиление на высоких частотах увеличивают или уменьшают подбором емкости конденсатора $C_{68}$ в цепи отрицательной обратной связи. Общий коэффициент усиления микрофонного усилителя должен быть не менее 5000.

Если генератор низкой частоты отсутствует, микрофонный усилитель можно проверить с помощью коротковолнового связного радиоприемника. Для этого включают кварцевый калибратор приемника и устанавливают самую широкую полосу пропускания по промежуточной частоте. Если в приемнике нет кварцевого калибратора, можно воспользоваться кварцевым калибратором трансивера. Приемник настраивают на одну из гармоник калибратора до получения нулевых биений. Чтобы уменьшить собственные шумы приемника, лучше выбрать один из низкочастотных диапазонов. При расстройке телеграфного гетеродина на выходе приемника можно получить напряжение частотой от десятков до нескольких тысяч герц. Частоту можно контролировать на слух или по шкале телеграфного гетеродина. Напряжение низкой частоты на выходе приемника измеряют тестером и с помощью ручки усиления устанавливают равным 1 В. На вход микрофонного усилителя это напряжение поступает через резисторный делитель с коэффициентом деления 1 : 1000.

Для проверки работы мониторного генератора на вывод *1* подают напряжение +250 В, а на вывод *6* через резистор сопротивлением 56 кОм — напряжение —50 В. К выводу *5* подключают головные телефоны с внутренним сопротивлением не менее 4 кОм, а к выводу *2* — тестер Ц435. При замыкании вывода *6* с корпусом в телефонах должен прослушиваться сигнал с частотой 600—1000 Гц; при этом тестер должен показывать напряжение не менее 0,5 В. В случае необходимости частоту генерации можно изменить подбором емкостей времязадающих конденсаторов $C_{73}$ и $C_{75}$. При отключении вывода *6* от корпуса или при подаче напряжения —12 В на вывод *8* генерация должна срываться.

## 18. Комплексная проверка и настройка трансивера

*Внимание! Некоторые детали трансивера находятся под опасным для жизни напряжением.*

**Проверка схемы питания.** Перед включением трансивера в сеть необходимо проверить правильность выполнения монтажа и качество всех соединений. Потенциометр $R_{89}$ *Нуль S-метра* следует установить в положение минимального сопротивления, потенциометр $R_{52}$ *Смещение* — в положение, соответствующее наибольшему напряжению смещения, потенциометр $R_{116}$ *Баланс несущей* — в среднее положение, потенциометр $R_{119}$ *Усиление* — в положение, соответствующее наибольшему напряжению регулирования (минимальное усиление). Подстроечные конденсаторы $C_{33}$ и $C_{45}$ необходимо установить в положения, соответствующие минимальной емкости. После этого вставляют

Таблица 15

| Точки измерения | Напряжение, В |
|---|---|
| $a_1$—$a_2$ | ~12,6 |
| *б* | ~6,3 |
| Корпус $C_{58}$ | —(120÷90) |
| $Д_{21}$ | —(13,5÷10,5) |
| $в_1$—$в_2$ | ~6,3 |
| $+C_{59}$ | +(14÷18) |
| $+C_{63}$ | +(290÷330) |
| $+C_{64}$ левый | +(260÷300) |
| $+C_{64}$ правый | +(120÷160) |
| $+C_{60}$ | +(960÷1100) |

все лампы, трансивер включают в сеть и проверяют напряжения на всех характерных точках схемы питания. Карта напряжений схемы питания приведена в табл.15.

Напряжения на лампах по постоянному току в режиме приема проверяют после пятиминутного прогрева. Перед измерением потенциометр $R_{119}$ *Усиление* устанавливают в положение максимального усиления (минимальное напряжение регулирования), потенциометр $R_{89}$ *Нуль S-метра* — в положение, соответствующее отклонению стрелки миллиамперметра *mA* на 1—2 деления. Напряжения на лампах по постоянному току в режиме передачи проверяют при замкнутых контактах *2—3* разъема *Ключ* или *Микрофон.* Перед измерением переключатель $B_2$ *Род работы* устанавливают в положение *SSB*, переключатель $B_1$ *Диапазон* — в положение 28 МГц, потенциометр $R_{52}$ *Смещение* — в положение, соответствующее отклонению стрелки миллиамперметра на 20—30 мА. Режимы ламп по постоянному току приведены в табл. 16.

Напряжения на выводах печатных плат функциональных узлов $У_1$ — $У_6$ в зависимости от положения переключателя $B_2$ *Род работы* приведены в табл. 17.

Для совмещения частоты настройки трансивера в режиме приема с частотой настройки в режиме передачи необходимо правильно установить ручку с шильдиком на потенциометре $R_{10}$ «+ —». Для этого точно измеряют напряжение на выводе *1* платы $У_1$ в режиме передачи. В режиме приема потенциометр $R_{10}$ устанавливают в положение, при котором напряжение на выводе *1* будет таким же, как и в режиме передачи. В этом положении потенциометра ручку с шильдиком закрепляют так, чтобы нуль на шкале шильдика совпал с риской на фальшпанели трансивера.

**Настройка усилителя-умножителя частоты гетеродина.** Режимы по постоянному току транзисторов $T_3$ и $T_4$ приведены в табл. 18.

Настройку усилителя-умножителя частоты гетеродина следует начинать с диапазона 7 МГц. Для этого переключатель $B_1$ *Диапазон* устанавливают в положение 7 МГц. К седьмому контакту ламповой панели $Л_2$ (третья сетка) подключают широкополосный осциллограф типа СI-54 или аналогичный ему. Конденсатор переменной емкости $C_{11}$ *Частота* устанавливают в положение, соответствующее частоте

Таблица 16

| Лампа, контакт ламповой панели | Напряжение, В | |
|---|---|---|
| | Режим приема | Режим передачи |
| $Л_2$, 1 | —0,7 | —0,7 |
| $Л_2$, 2,3 | 0 | 0 |
| $Л_2$, 4 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_2$, 5 | +245 | +250 |
| $Л_2$, 6 | +120 | —100 |
| $Л_2$, 7 | 0 | 0 |
| $Л_3$, 1 | —100 | +130 |
| $Л_3$, 2 | —1,5 | —1,5 |
| $Л_3$, 3 | 0 | +0,5 |
| $Л_3$, 4, 8, 9 | 0 | 0 |
| $Л_3$, 5 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_3$, 6 | +220 | +240 |
| $Л_3$, 7 | 0 | 0 |
| $Л_4$, 1, 3, 5, 6, 9 | 0 | 0 |
| $Л_4$, 2 | —2 | —2 |
| $Л_4$, 4 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_4$, 7 | +220 | +240 |
| $Л_4$, 8 | +120 | —100 |
| $Л_5$, 1, 3, 5, 6 | 0 | 0 |
| $Л_5$, 2 | —6 | —6 |
| $Л_5$, 4 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_5$, 7 | +290 | +280 |
| $Л_5$, 9 | —100 | +220 |
| $Л_7$, 1; $Л_8$, 1 | 0 | 0 |
| $Л_7$, 2; $Л_8$, 2 | —50 | —50 |
| $Л_7$, 3; $Л_8$, 3 | —100 | +250 |
| $Л_7$, 5,7; $Л_8$, 5,7 | 0 | 0 |
| $Л_7$, 6, $Л_8$, 6 | +1000 | +960 |
| $Л_9$, 1 | —2,5 | —0,5 |
| $Л_9$, 2, 3, 7 | 0 | 0 |
| $Л_9$, 4 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_9$, 5 | +240 | +240 |
| $Л_9$, 6 | +120 | +100 |
| $Л_{10}$, 1 | —1,5 | —1,5 |
| $Л_{10}$, 2, 4, 7 | 0 | 0 |
| $Л_{10}$, 3 | ~6,3 | ~6,3 |
| $Л_{10}$, 5 | +240 | +250 |
| $Л_{10}$, 6 | +120 | —100 |
| $Л_{11}$, 1 | +60 | —100 |
| $Л_{11}$, 2 | —1 | —1 |
| $Л_{11}$, 3 | +0,7 | 0 |
| $Л_{11}$, 6 | +50 | —100 |

| Лампа, контакт ламповой панели | Напряжение, В | |
|---|---|---|
| | Режим приема | Режим передачи |
| *Л*$_{11}$, *7* | —0,7 | —0,7 |
| *Л*$_{11}$, *8*, *9* | 0 | 0 |
| *Л*$_{12}$, *1* | +130 | +130 |
| *Л*$_{12}$, *2* | —1 | —1 |
| *Л*$_{12}$, *3* | +120 | —100 |
| *Л*$_{12}$, *4*, *7*, *8* | 0 | 0 |
| *Л*$_{12}$, *5* | ~6,3 | ~6,3 |
| *Л*$_{12}$, *6* | +250 | +250 |
| *Л*$_{12}$, *9* | —3 | —3 |

настройки трансивера на 7050 кГц. Подстройкой катушки $L_4$ с помощью ферритового сердечника добиваются наибольшего размаха кривой на экране осциллографа. При необходимости можно изменить емкость конденсатора $C_{26}$. Кривая на экране осциллографа должна иметь форму синусоиды с частотой 12 550 кГц. Крутые изгибы кривой, искажения формы синусоиды, скачкообразное изменение размаха при настройке катушки $L_4$ указывают на самовозбуждение усилителя. От самовозбуждения можно избавиться увеличением сопротивления антипаразитного резистора $R_{22}$. Если при увеличении сопротивления резистора $R_{22}$ до 100—200 Ом устранить самовозбуждение не удается, можно несколько уменьшить ток, протекающий через транзисторы. Для этого следует либо уменьшить сопротивление резистора $R_{17}$, либо увеличить сопротивление резистора $R_{21}$.

Закончив настройку диапазона 7 МГц, переключатель $B_1$ переводят в положение 3,5 МГц, а конденсатор $C_{11}$ настраивают на частоту 3570 кГц. На место конденсатора $C_{24}$ подключают любой конденсатор переменной емкости, имеющий максимальную емкость не менее 100 пФ. Настройкой этого конденсатора следует добиться наибольшего размаха кривой на экране осциллографа. Необходимо убедиться, что коллекторный контур настроен на основную (первую) гармонику гетеродина. Для этого вход осциллографа отсоединяют от третьей сетки лампы $Л_2$ и подсоединяют к выходу гетеродина перестраиваемой частоты. Период кривой на экране осциллографа должен при этом остаться прежним.

Вход осциллографа снова подсоединяют на седьмой контакт панели лампы $Л_2$. Переключатель $B_1$ переводят в положение 7 МГц. Размах кривой на экране осциллографа в положениях переключателя $B_1$, соответствующих 3,5 и 7 МГц, должен быть одинаковым. Если в положении 3,5 МГц размах кривой больше, чем в положении 7 МГц, следует уменьшить сопротивление резистора $R_{14}$, и наоборот, если в положении 3,5 МГц размах кривой меньше, сопротивление резистора $R_{14}$ необходимо увеличить. Закончив настройку диапазона 3,5 МГц, конденсатор переменной емкости, припаянный вместо конденсатора $C_{24}$, снимают и измеряют его емкость. Затем на его место подпаивают конденсатор с такой же емкостью.

Переключатель $B_1$ ставят в положение 14 МГц, а конденсатор переменной емкости $C_{11}$ настраивают на частоту 14 150 кГц. С кон-

Таблица 17

| Плата, вывод | Положение переключателя $B_2$ | Напряжение, В | |
|---|---|---|---|
| | | Режим приема | Режим передачи |
| $У_1$, *1* | Любое | —(6÷12) | —9 |
| $У_1$, *2* | » | —12 | —12 |
| $У_2$, *2* | » | +120 | +120 |
| $У_3$, *1* | » | +250 | +250 |
| $У_4$, *1* | » | —100 | +250 |
| $У_4$, *3,4* | » | +250 | +250 |
| $У_4$, *6* | *CW*<br>*SSB, Настр., Калибр.* | —50<br>0 | —50<br>0 |
| $У_4$, *8* | *SSB*<br>*CW, Настр., Калибр.* | 0<br>0 | —12<br>0 |
| $У_4$, *9* | Любое | +120 | +120 |
| $У_4$, *10* | » | +4,5 | +4,5 |
| $У_4$, *12* | » | +16 | +16 |
| $У_5$, *1* | *SSB, Калибр.*<br>*CW, Настр.* | +2,5<br>+2,5 | +2,5<br>—5 |
| $У_5$, *2* | Любое | —12 | —12 |
| $У_5$, *3* | *SSB, Калибр.*<br>*CW, Настр.* | +0,3<br>+0,3 | +0,3<br>—12 |
| $У_5$, *5* | Любое | +120 | +120 |
| $У_5$, *7* | » | +9 | +9 |
| $У_5$, *9* | *CW, Настр., SSB*<br>*Калибр.* | 0<br>—12 | 0<br>0 |
| $У_5$, *10* | Любое | +4,5 | +4,5 |
| $У_6$, *6* | » | ~6,3 | ~6,3 |
| $У_6$, *7* | » | +0,7 | 0 |
| $У_6$, *8* | » | +120 | —100 |
| $У_6$, *10* | » | —12 | —12 |
| $У_6$, *11* | » | +120 | —100 |
| $У_6$, *12* | » | +250 | +250 |
| $У_6$, *16* | » | ~6,3 | ~6,3 |
| $У_6$, *17* | » | +250 | +250 |
| $У_6$, *18* | » | +130 | +130 |

Таблица 18

| Транзистор | Напряжение на электродах, В | | |
|---|---|---|---|
| | Эмиттер | База | Коллектор |
| $T_3$ | +(44÷54) | +(45÷55) | +(90÷110) |
| $T_4$ | +(1÷2) | +(2÷2,5) | +(44÷54) |

денсатором $C_{25}$ и резистором $R_{15}$ проделывают такие же операции, как в диапазоне 3,5 МГц с конденсатором $C_{24}$ и резистором $R_{14}$.

Переключатель $B_1$ устанавливают в положение 21 МГц, конденсатор переменной емкости $C_{11}$ настраивают на частоту 21 200 кГц. Подстройкой катушки $L_2$ добиваются наибольшего размаха кривой на экране осциллографа. Если при вращении сердечника размах кривой меняется скачком, следует устранить самовозбуждение усилителя-умножителя частоты. Наиболее простым способом устранения самовозбуждения является уменьшение эквивалентного сопротивления контура. Для этого с катушки $L_2$ снимают несколько витков, параллельно катушке подключают конденсатор емкостью в несколько пикофарад и настройку производят заново.

Переключатель $B_1$ устанавливают в положение 28 МГц, конденсатор переменной емкости $C_{11}$ настраивают на частоту 28 700 кГц и катушку $L_3$ подстраивают так же, как катушку $L_2$ в диапазоне 21 МГц.

При отсутствии высокочастотного широкополосного осциллографа можно воспользоваться связным коротковолновым радиоприемником с подключенным к выходу тестером. Антенный вход радиоприемника через емкостный делитель 1 : 100 или 1 : 500 подключают к третьей сетке лампы $Л_2$ и используют его как избирательный вольтметр. Настройку катушек $L_2$ — $L_4$ и подбор конденсаторов $C_{24}$ и $C_{25}$ производят по максимальному показанию тестера, подключенного к выходу приемника. Усилитель проверяют на отсутствие самовозбуждения путем прослушивания полосы частот в несколько сотен килогерц, расположенной по обе стороны от частоты гетеродина. Если усилитель не самовозбуждается, на выходе должен быть только один сигнал, частота которого в зависимости от положения переключателя $B_1$ равна частоте гетеродина или частоте его второй гармоники.

**Проверка и настройка усилителя промежуточной частоты, детектора и усилителя низкой частоты.** Режимы ламп $Л_9$—$Л_{12}$ по постоянному току, измеренные тестером Ц435, приведены в табл. 16. Напряжения на выводах платы функционального узла $У_6$ приведены в табл. 17.

Настройку усилителя промежуточной частоты начинают с первого каскада. Для этого ко второму контакту панели лампы $Л_3$ (первая сетка) подключают селективный микровольтметр В6-1. Переключатель $B_2$ *Род работы* устанавливают в положение *SSB*, потенциометр $R_{88}$ *Уровень микр.* устанавливают в положение наибольшего коэффициента передачи, переключатель $B_3$ *Полоса* устанавливают в положение узкой полосы. На вход микрофонного усилителя подают напряжение 6,3 В частотой 50 Гц. Для этого достаточно соединить контакт *1* разъема *Микрофон* с накальной обмоткой силового трансформатора. Трансивер переводят в режим передачи. Микровольтметр В6-1 настраивают на частоту 5500 кГц. Подстройкой катушки $L_{17}$ до-

биваются наибольшего показания микровольтметра. Уровень напряжения частотой 50 Гц, подаваемого на вход микрофонного усилителя, следует уменьшить потенциометром $R_{88}$ настолько, чтобы показания В6-1 уменьшились в 3—4 раза. Подстройкой катушки $L_{17}$ и подстроечного конденсатора $C_{92}$, расположенного в функциональном узле $У_5$, снова добиваются наибольшего показания микровольтметра. Затем напряжение частотой 50 Гц снимают со входа микрофонного усилителя и потенциометрами $R_{106}$ и $R_{116}$ *Баланс несущей* добиваются наименьшего показания микровольтметра. Переключатель $B_2$ *Род работы* переводят в положение *CW*. Показание микровольтметра при этом должно увеличиться до 1—1,5 В.

В случае отсутствия микровольтметра В6-1 можно воспользоваться связным коротковолновым приемником с подключенным к его выходу тестером. При настройке контуров первого каскада усилителя промежуточной частоты и балансного смесителя антенный вход приемника подключают к первой сетке лампы $Л_3$ через емкостный делитель 1 : 500. При балансировке балансного модулятора вход приемника подключают через конденсатор емкостью несколько пикофарад.

Для настройки второго каскада усилителя промежуточной частоты вывод *1* узла $У_6$ отсоединяют от выхода кварцевого фильтра, а вывод *7* узла $У_6$ — от выхода опорного гетеродина. К выводу *7* подсоединяют высокочастотный вольтметр или связной коротковолновый приемник, настроенный на частоту 5500 кГц. На вывод *1* подают немодулированный сигнал напряжением 1—10 мВ частотой 5500 кГц от генератора стандартных сигналов. Подстраивая катушку $L_{18}$, добиваются наибольшего сигнала на выводе *7*. Если генератор стандартных сигналов отсутствует, можно воспользоваться генератором шума, описанным ранее (см. рис. 51). Выход генератора шума подключаем к первой сетке лампы смесителя $Л_2$ (вывод *1* узла $У_6$ от выхода кварцевого фильтра не отсоединяют). Настройку контура $L_{18}$, $C_{102}$ производят так же, как и при использовании генератора стандартных сигналов. После настройки выводы *1* и *7* подсоединяют на прежнее место.

Для проверки работоспособности детектора и усилителя низкой частоты на сетку лампы детектора $Л_{11}$ (левый по схеме триод) подают немодулированный сигнал от генератора стандартных сигналов. Напряжение сигнала — 100 мВ, частота — около 5500 кГц. К вторичной обмотке выходного трансформатора $Тр_3$ (контакт *3* разъема *Телефоны*) подсоединяют тестер, включенный в режим измерения переменного напряжения. К контакту *1* разъема *Телефоны* подключают головные телефоны, в которых должен прослушиваться низкочастотный сигнал с частотой, равной разнице частот генератора стандартных сигналов и опорного гетеродина. Плавно меняя частоту генератора стандартных сигналов, можно изменять частоту низкочастотного сигнала. Изменение частоты генератора в пределах от 200 Гц до 3—4 кГц не должно приводить к изменению показаний тестера, подключенного к выходу трансивера, более чем на 20%, причем тестер должен показывать напряжение не менее 3 В.

Для проверки линейности низкочастотного тракта частоту низкочастотного сигнала следует установить равной приблизительно 1 кГц. Плавно уменьшая выходное напряжение генератора стандартных сигналов и фиксируя показания тестера, можно построить амплитудную характеристику низкочастотного тракта приемной части трансивера. Амплитудная характеристика должна быть близка к прямой

при увеличении входного сигнала до 100 мВ. Недостаточное напряжение опорного сигнала на выводе *7* узла $У_6$ или недостаточное напряжение смещения ламп одного из каскадов усилителя низкой частоты или детектора приводит к искажению верхней части амплитудной характеристики. Чрезмерно большое напряжение смещения искажает нижнюю часть характеристики. При необходимости амплитудную характеристику можно выпрямить подбором сопротивлений резисторов $R_{127}$, $R_{128}$, $R_{131}$, $R_{135}$.

**Настройка смесителей и усилителей высокой частоты.** Режимы ламп $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$, $Л_5$ по постоянному току приведены в табл. 16. Настройку высокочастотных контуров смесителей и усилителей производят в режиме передачи. Перед началом настройки необходимо проделать следующие операции: отсоединить провод, идущий от конденсатора $C_{55}$ к выводу *18* узла $У_6$; на контакт *1* разъема *Микрофон* подать переменное напряжение 6,3 В частотой 50 Гц; анод лампы $Л_5$ через конденсатор емкостью несколько тысяч пикофарад соединить с катодом; к первой сетке лампы $Л_5$ через конденсатор емкостью 1 пФ подключить селективный микровольтметр или коротковолновый связной радиоприемник. Затем переключатель $B_2$ *Род работы* следует установить в положение *SSB*, переключатель $B_1$ *Диапазон* — в положение 28 МГц, потенциометр $R_{88}$ *Уровень микр.*— в положение, соответствующее наибольшему коэффициенту передачи, блок конденсаторов переменной емкости $C_{30}$, $C_{31}$ *Настройка* — в положение минимальной емкости, конденсатор $C_{11}$ *Частота* — в положение, соответствующее частоте 29 700 кГц. На эту частоту настраивают и селективный микровольтметр или коротковолновый приемник, подключенный к первой сетке лампы $Л_5$. Подстраивая с помощью сердечника катушку $L_9$, добиваются максимального показания микровольтметра, затем потенциометром $R_{88}$ уменьшают его показания в 2—3 раза и снова подстраивают катушку $L_9$.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 21 МГц, потенциометр $R_{88}$ возвращают в положение наибольшего коэффициента передачи, блок конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ устанавливают в среднее положение, конденсатор $C_{11}$ — в положение, соответствующее частоте настройки трансивера на 21 200 кГц. На эту частоту перестраивают и селективный микровольтметр. С катушкой $L_8$ производят такие же операции, как и с катушкой $L_9$ в диапазоне 28 МГц.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 14 МГц, потенциометр $R_{88}$ возвращают в исходное положение, блок конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ устанавливают в положение максимальной емкости, конденсатор $C_{11}$ — в положение, соответствующее частоте 14 000 кГц. Катушку $L_7$ настраивают таким же образом, как и катушки $L_8$, $L_9$ в диапазонах 21 и 28 МГц.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 7 МГц, потенциометр $R_{88}$ возвращают в исходное положение, конденсатор $C_{11}$ и селективный микровольтметр настраивают на частоту 7000 кГц. Настраивают катушку $L_6$. Точно так же в диапазоне 3,5 МГц настраивают катушку $L_5$.

Для настройки моста нейтрализации усилителей высокой частоты конденсатор, шунтирующий анод лампы $Л_5$, отсоединяют. Переключатель $B_1$ устанавливают в положение 21 МГц, а блок конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ — в среднее положение. На анод лампы $Л_5$ подают от генератора стандартных сигналов напряжение 100 мВ частотой 21 200 кГц. На эту же частоту настраивают селективный микровольтметр, подключенный к первой сетке лампы $Л_5$. Если генератор стан-

дартных сигналов отсутствует, можно воспользоваться генератором шума (см. рис. 51). Подстройкой нейтродинного конденсатора $C_{33}$ добиваются наименьшего показания селективного микровольтметра.

Для настройки катушек $L_{10}$ — $L_{14}$ от анода лампы $Л_5$ отсоединяют генератор стандартных сигналов или генератор шума. Конденсатор переменной емкости $C_{47}$ *Анод* закорачивают коротким проводником. Параллельно резистору $R_{44}$ подсоединяют тестер Ц435, работающий в режиме измерения постоянного напряжения. Переключатель $B_1$ устанавливают в положение 28 *М*Гц. Конденсатор $C_{11}$ настраивают на частоту 28 800 кГц, на эту же частоту настраивают и селективный микровольтметр, подключенный к первой сетке лампы $Л_5$. Переключатель $B_2$ устанавливают в положение *Настр.*, блок конденсаторов переменной емкости $C_{30}$, $C_{31}$ — в положение, соответствующее наибольшим показаниям селективного микровольтметра. После этого подстройкой катушки $L_{14}$ добиваются максимального отклонения стрелок миллиамперметра *mA* и тестера, который показывает падение напряжения на резисторе $R_{44}$. Конденсатор $C_{11}$ поочередно настраивают на частоты 28 000, 28 500, 29 000 и 29 500 кГц. На всех этих частотах с помощью блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$, показываемого миллиамперметром *mA*, и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Анодный ток в любой точке диапазона должен быть не менее 200 мА, а падение напряжения на резисторе $R_{44}$ — не менее 5 В.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 21 *М*Гц. Конденсатор $C_{11}$ и селективный микровольтметр настраивают на частоту 21 200 кГц. Блок конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ устанавливают в положение, соответствующее наибольшему показанию селективного микровольтметра. Перемещая сердечник катушки $L_{13}$, добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Конденсатор $C_{11}$ поочередно настраивают на частоты 21 000 и 21 450 кГц. На этих частотах настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Если падение напряжения на резисторе $R_{44}$ на любой из указанных частот превышает 10 В, следует увеличить сопротивление резистора $R_{27}$, и наоборот, если падение напряжения на резисторе $R_{44}$ менее 5 В, сопротивление резистора $R_{27}$ следует уменьшить.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 14 *М*Гц. Конденсатор $C_{11}$ и селективный микровольтметр устанавливают в положение 14 150 кГц. Настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего показания селективного микровольтметра. Перемещением сердечника катушки $L_{12}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Конденсатор $C_{11}$ поочередно настраивают на частоты 14 000 и 14 350 кГц, а настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ на этих частотах добиваются максимума анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Подбором сопротивления резистора $R_{26}$ падение напряжения на резисторе $R_{44}$ устанавливают в пределах 5—10 В.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 7 *М*Гц. Конденсатор $C_{11}$ и селективный микровольтметр настраивают на частоту 7050 кГц. Настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего показания селективного микровольтметра. Перемещением сердечника катушки $L_{11}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Подбором со-

противления резистора $R_{25}$ падение напряжения на резисторе $R_{44}$ устанавливают в пределах 5—10 В.

Переключатель $B_1$ переводят в положение 3,5 МГц. Конденсатор $C_{11}$ и селективный микровольтметр настраивают на частоту 3570 кГц. Настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего показания селективного микровольтметра. Подстройкой катушки $L_{10}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$ и наибольшего падения напряжения на резисторе $R_{44}$.

Конденсатор $C_{11}$ поочередно настраивают на частоты 3500 и 3650 кГц, а настройкой блока конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются на этих частотах наибольшего анодного тока и падения напряжения на резисторе $R_{44}$. Подбором сопротивления резистора $R_{24}$ падение напряжения на резисторе $R_{44}$ устанавливают в пределах 5—10 В.

Для настройки трансформатора промежуточной частоты $Тр_2$ трансивер переводят в режим приема. Переключатель $B_3$ *Полоса* устанавливают в положение широкой полосы, переключатель $B_2$ *Род работы* — в положение *Калибр*, переключатель $B_1$ — в положение 3,5 МГц. С помощью конденсатора $C_{11}$ трансивер настраивают на частоту одной из гармоник кварцевого калибратора. К выходу приемной части трансивера подключают тестер, включенный в режим измерения переменного напряжения. Перемещая сердечник трансформатора $Тр_2$, добиваются максимума напряжения на выходе трансивера.

Напряжение гетеродина на третьей сетке лампы $Л_2$ смесителя приемника устанавливают подбором емкости конденсатора $C_{35}$. Для этого переключатель $B_1$ устанавливают в положение, соответствующее основному диапазону. Основным любительским коротковолновым диапазоном является диапазон 14 МГц. Однако подбирать емкость конденсатора $C_{35}$ иногда выгодно в диапазоне 7 МГц, так как этот диапазон наиболее загружен. Переключатель $B_3$ *Полоса пропускания* устанавливают в положение узкой полосы пропускания, потенциометр $R_{119}$ *Усиление* — в положение наибольшего усиления. На первую сетку лампы $Л_4$ усилителя высокой частоты приемника подают немодулированный сигнал от генератора стандартных сигналов. Частота сигнала должна соответствовать частоте настройки трансивера, а амплитуду сигнала устанавливают так, чтобы отношение сигнал/шум на выходе приемника было не более 10. Если генератор стандартных сигналов отсутствует, можно воспользоваться гетеродином связного коротковолнового приемника. Кроме немодулированного сигнала, на вход смесителя приемника необходимо подать мешающий модулированный сигнал. Для этого на первую сетку лампы $Л_2$ смесителя приемника через конденсатор емкостью 2—3 пФ подается сигнал от второго генератора стандартных сигналов. Сигнал должен быть модулирован, глубина модуляции около 50%, частота должна отличаться на 20—30 кГц от частоты настройки трансивера. Амплитуду модулированного сигнала необходимо увеличивать до тех пор, пока сигнал первого генератора стандартных сигналов не промодулируется мешающим сигналом. Модуляцию принимаемого сигнала мешающим контролируют с помощью головных телефонов, подключенных к выходу приемной части трансивера. Подбором емкости конденсатора $C_{35}$ добиваются наименьшей модуляции принимаемого сигнала.

В качестве мешающего сигнала можно использовать радиовещательные станции, работающие в диапазоне 7 МГц. Для этого трансивер настраивают на частоту, отличающуюся на 20—30 кГц от сильной радиовещательной станции. На вход усилителя высокой частоты через конденсатор емкостью 1 пФ подают слабый немодулированный

сигнал от генератора стандартных сигналов или гетеродина связного коротковолнового приемника. Частота этого сигнала должна попадать в полосу пропускания приемной части трансивера. Ко входу усилителя высокой частоты через емкостный делитель подключают антенну. Связь с антенной увеличивают до тех пор, пока слабый принимаемый сигнал не промодулируется помехой. Подбором емкости конденсатора $C_{35}$ добиваются наименьшей модуляции принимаемого сигнала мешающей радиостанцией.

**Настройка усилителя мощности.** Режимы по постоянному току ламп $Л_7$, $Л_8$ приведены в табл. 16. Настройку усилителя мощности следует начинать с балансировки моста нейтрализации. Для этого переключатель $B_1$ устанавливают в положение 28 МГц. Конденсатор $C_{11}$ настраивают на частоту 28 700 кГц, переключатель $B_2$ устанавливают в положение *Настр.* Трансивер переводят в режим передачи, и настройкой конденсаторов $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются максимального анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$. Лампу $Л_3$ смесителя передатчика вынимают из панели. К седьмому контакту панели лампы $Л_5$ (анод) через конденсатор емкостью 1 пФ подключают селективный микровольтметр или связной коротковолновый приемник. К разъему *Антенна* подключают выход генератора стандартных сигналов. Выходное напряжение генератора устанавливают в пределах 0,1—1 В. Селективный микровольтметр и генератор стандартных сигналов настраивают на частоту 28 700 кГц. При отсутствии генератора стандартных сигналов можно воспользоваться генератором шума (см. рис. 51). Подстройкой нейтродинного конденсатора $C_{45}$ необходимо добиться минимального показания селективного микровольтметра. Следует помнить, что при самовозбуждении усилителя мощности может быть поврежден генератор стандартных сигналов или генератор шума; подключенные к разъему *Антенна.* Во избежание повреждения генератор следует подключать через конденсатор небольшой емкости и его выход шунтировать двумя диодами Д226Г, включенными параллельно, но в противоположной полярности.

Настройку П-образного контура начинают с диапазона 28 МГц. К разъему *Антенна* подключают нагрузку и высокочастотный вольтметр. В качестве нагрузки можно использовать любой безындукционный резистор сопротивлением 75 Ом с допустимой мощностью рассеяния не менее 100 Вт. Нагрузкой могут служить четыре резистора типа МЛТ-2-300, соединенные параллельно. Для увеличения допустимой мощности рассеяния резисторы погружают в стакан с дистиллированной водой. В качестве высокочастотного вольтметра можно использовать связной коротковолновый приемник, антенный вход которого слабо связан с выходом трансивера. Конденсатор $C_{11}$ настраивают на частоту 29 700 кГц, а конденсатор $C_{47}$ *Анод* устанавливают в положение минимальной емкости. Настройкой блока конденсаторов переменной емкости $C_{30}$, $C_{31}$ добиваются наибольшего анодного тока ламп $Л_7$, $Л_8$, а настройкой конденсатора $C_{48}$ *Нагрузка* — наибольшего высоковольтного напряжения на нагрузочном резисторе. Показания высокочастотного вольтметра записывают. Отвод от катушки $L_{16}$ диапазона 28 МГц передвигают на 0,3 витка в любую сторону. Подстройкой конденсатора $C_{48}$ вновь добиваются максимума высокочастотного напряжения на нагрузочном резисторе. Если показания высокочастотного вольтметра стали больше, чем в прежнем положении, отвод от катушки передвигают дальше в том же направлении; если высокочастотный вольтметр показывает меньшее напряжение, отвод от катушки следует передвинуть в другом направлении. Конденса-

тор $C_{48}$ опять устанавливают в положение, соответствующее наибольшему высокочастотному напряжению на нагрузочном резисторе. Таким образом добиваются максимум максиморум высокочастотного напряжения.

Закончив настройку диапазона 28 МГц, переключатель $B_1$ переводят в положение 21 МГц. Конденсатор $C_{47}$ устанавливают в положение, соответствующее углу поворота ротора на 10° от положения минимальной емкости. Конденсатор $C_{11}$ настраивают на частоту 21 450 кГц. Подбор отвода от катушки $L_{16}$ производят точно так, как и для диапазона 28 МГц. Диапазоны 14,7 и 3,5 МГц настройки не требуют.

Выходную мощность трансивера можно определить по формуле

$$P_{вых} = U^2_{вых}/R,$$

где $U_{вых}$ — напряжение на нагрузке; $R$ — сопротивление нагрузки.

Выходная мощность правильно настроенного трансивера — около 115 Вт на всех диапазонах, кроме диапазона 28 МГц. На диапазоне 28 МГц выходная мощность трансивера — около 90 Вт. Снижение выходной мощности на этом диапазоне объясняется неоптимальным согласованием эквивалентного сопротивления ламп усилителя мощности с сопротивлением нагрузки.

Если на каком-нибудь из диапазонов выходная мощность не достигает указанного значения, следует проверить количество витков в катушках $L_{15}$ и $L_{16}$, правильность монтажа, качество всех соединений. Причиной заниженной выходной мощности может быть собственный резонанс анодного дросселя $Др_5$. Наличие собственного резонанса дросселя на частоте диапазона может быть обнаружено с помощью ферритовой палочки. Если при приближении ферритовой палочки к обмотке дросселя изменяется выходная мощность трансивера, необходимо снять несколько витков обмотки. Это сдвигает частоту собственного резонанса дросселя. После настройки П-контура вывод *18* узла $У_6$ вновь подключают к схеме.

Для проверки линейности передающего тракта трансивера на микрофонный вход необходимо подать два равных по амплитуде, но различных по частоте низкочастотных сигнала. Для этой цели можно использовать любые стандартные низкочастотные генераторы. Можно применять самодельные двухчастотные генераторы или транзисторный мультивибратор, выполненный по схеме мониторного генератора. Если форма генерируемых колебаний симметрична, спектр выходного сигнала мультивибратора состоит только из нечетных гармоник. Первая и третья гармоники близки по амплитуде. Если частота генерации установлена около 700—800 Гц, то частота третьей гармоники будет около 2100—2400 Гц, частота пятой гармоники — 3500—4000 Гц. Если такой сигнал подать на микрофонный вход трансивера, то выходной сигнал будет содержать только два тона, так как пятая гармоника входного сигнала будет подавлена основным фильтром. Спектр выходного сигнала анализируется селективным микровольтметром или коротковолновым связным радиоприемником, подключенным к сопротивлению нагрузки. Нелинейные комбинационные искажения должны быть не более — 35 дБ. Их измеряют следующим образом. К коллектору транзистора $T_7$ подключают тестер, включенный в режим измерения переменного напряжения. Потенциометр $R_{88}$ *Уровень микр.* устанавливают в положение, при котором переменное напряжение на коллекторе $T_7$ составляет примерно 3,5 В. Селективным микровольтме-

тром или коротковолновым приемником с подключенным к его выходу тестером измеряют напряжения обоих тонов основного сигнала, а также напряжения разностных комбинационных составляющих на частотах $f_0 - F_2$; $f_0 - 2F_2$; $f_0 + 2F_2$; $f_0 + 3F_2$, где $f_0$ — частота подавленной несущей; $F_2$ — частота верхнего тона модулирующего сигнала. Нелинейные комбинационные искажения будут равны $20 \lg \frac{U_к}{U_с}$, где $U_к$ — напряжение наибольшей разностной нечетной комбинационной составляющей; $U_с$ — напряжение основного сигнала.

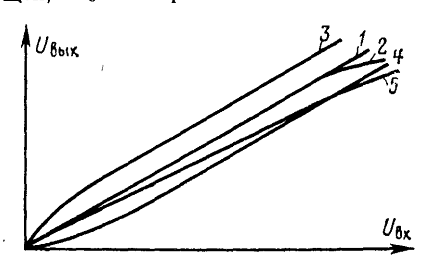



Рис. 54. Возможные искажения амплитудной характеристики лампового усилителя высокой частоты, работающего в классе В.

*1* — искажения отсутствуют; *2* — искажения возникают из-за перенапряженного режима, появления сеточных токов, недостаточной эмиссии катода; *3* — искажения возникают из-за недостаточного напряжения смещения; *4* — искажения возникают из-за слишком большого напряжения смещения; *5* — искажения возникают из-за непостоянства напряжения на экранной сетке.

Если уровень искажений превышает — 35 дБ, необходимо снять амплитудную характеристику передающего тракта и найти причину возникновения искажений. Амплитудную характеристику усилителя мощности снимают следующим образом. Измеряют высокочастотное напряжение на сопротивлении нагрузки и на аноде лампы $Л_5$. Потенциометром $R_{88}$ высокочастотное напряжение на нагрузке уменьшают на 10% и вновь измеряют высокочастотное напряжение на аноде лампы $Л_5$. Это повторяют до тех пор, пока высокочастотное напряжение на сопротивлении нагрузки не уменьшится до 0,5—1% своего первоначального значения. По полученным данным строят амплитудную характеристику. Возможные искажения амплитудной характеристики и их причины приведены на рис. 54.

Если амплитудная характеристика усилителя мощности достаточно линейна, а нелинейные комбинационные искажения превышают —35 дБ, необходимо построить и проверить амплитудные характеристики усилителя высокой частоты и смесителя передатчика. Искажения амплитудной характеристики смесителя, показанные кривой *1*, могут возникать также и из-за недостаточного напряжения гетеродина.

**Регулировка схемы АРУ и калибровка *S*-метра.** Проверку работы автоматической регулировки уровня в режиме передачи производят следующим образом. Параллельно резистору $R_{44}$ подключают тестер, включенный в режим измерения переменного напряжения. Вывод *18* узла $У_6$ отключают. На микрофонный вход трансивера подают переменное напряжение 6,3 В частотой 50 Гц. Потенциометр

$R_{88}$ *Уровень микр.* устанавливают в положение, при котором переменное напряжение на резисторе $R_{44}$ составляет не менее 5 В. Вывод *18* узла $У_6$ подсоединяют на прежнее место. При этом переменное напряжение на резисторе $R_{44}$ должно уменьшиться до 0,5 В.

Время заряда — разряда схемы АРУ значительно влияет на качество приема сильных сигналов. Время заряда определяется постоянной времени цепочки $R_{137}$, $C_{114}$. Для проверки времени заряда трансивер настраивают на частоту радиостанции, работающей телеграфом с небольшой скоростью. Мощность радиостанции должна быть такой, чтобы напряжение АРУ на выводе *5* узла $У_6$ составляло не менее 5 В. К моменту *3* разъема *Телефоны* подключают осциллограф. Если на передних фронтах телеграфных посылок будут наблюдаться выбросы, амплитуда которых более чем в 2 раза превышает амплитуду самих посылок, следует уменьшить сопротивление резистора $R_{137}$. Однако, если сопротивление резистора $R_{137}$ выбрать чрезмерно малым, схема АРУ будет реагировать на любой короткий одиночный импульс, и качество приема слабых станций ухудшится. Особенно это заметно при приеме на фоне атмосферных помех.

При отсутствии осциллографа качество работы АРУ можно определить на слух. Если время заряда АРУ выбрано неправильно, принимаемые телеграфные сигналы звучат «жестко», начало телеграфных посылок сопровождается щелчками. Время разряда АРУ определяется постоянной времени цепочки, состоящей из конденсатора $C_{114}$ и последовательно соединенных резисторов $R_{31}$ и $R_{33}$. Для проверки времени разряда АРУ трансивер настраивают на частоту радиостанции, работающей на *SSB*. Мощность принимаемой радиостанции должна быть такой, чтобы напряжение АРУ на выводе *5* узла $У_6$ не превышало 2,5 В. На вход трансивера подают дополнительный немодулированный сигнал от генератора стандартных сигналов. Частота этого сигнала должна быть в полосе пропускания трансивера, а напряжение — около 100 мВ. При отключении дополнительного сигнала прием *SSB* радиостанции должен полностью восстановиться через 1—1,5 с. Если время восстановления приема превышает 1,5 с, следует пропорционально уменьшить сопротивления резисторов $R_{31}$ и $R_{33}$. Если время восстановления менее 1 с, сопротивления этих резисторов увеличивают. Время разряда 1—1,5 с является оптимальным. Сокращение времени разряда приводит к искажениям при приеме сильных *SSB* сигналов. Чрезмерно длительное время разряда тоже нежелательно, так как любой мощный импульс помехи приводит к длительному снижению усиления приемной части трансивера.

Для проверки глубины автоматической регулировки усиления на вход трансивера подают немодулированный сигнал от генератора стандартных сигналов. Напряжение сигнала — 1 мкВ. К контакту *3* разъема *Телефоны* подключают тестер, включенный в режим измерения переменного напряжения. Трансивер настраивают на частоту сигнала, потенциометр $R_{119}$ *Усиление* устанавливают в положение, при котором напряжение на выходе трансивера равняется 1 В. Напряжение сигнала увеличивают до 200 мВ. При этом напряжение на выходе трансивера должно быть не более 2 В. Если напряжение на выходе трансивера возрастает более чем в 2 раза, следует проверить правильность монтажа схемы АРУ. При необходимости можно уменьшить коэффициент деления напряжения делителем $R_{31}$, $R_{33}$.

Для калибровки *S*-метра переключатель $B_1$ устанавливают в положение 14 МГц, потенциометр $R_{119}$ — в положение наибольшего усиления. Сигнал генератора стандартных сигналов от входа транси-

вера отключают. Потенциометр $R_{89}$ *Нуль S-метра* устанавливают в положение, при котором стрелка миллиамперметра *mA* отклоняется на 1—2 деления шкалы. Измеряют напряжение шумов на выходе трансивера. Затем на вход трансивера подают сигнал от генератора стандартных сигналов. Уровень сигнала устанавливают так, чтобы напряжение на выходе трансивера в 2 раза превысило напряжение шумов. Потенциометр $R_{74}$ устанавливают в положение, при котором стрелка миллиамперметра отклоняется на 3 деления шкалы. Это положение стрелки соответствует 3 единицам системы *S*. Напряжение сигнала на выходе трансивера удваивают, новое положение стрелки миллиамперметра соответствует 4 единицам системы *S*. Таким же образом, удваивая каждый раз напряжение сигнала на входе трансивера, находят положения стрелки миллиамперметра, соответствующие 5, 6, 7, 8 и 9 единицам системы *S*. Установив положение стрелки, соответствующее 9 единицам, напряжение сигнала увеличивают в 10 раз. При этом положение стрелки миллиамперметра будет соответствовать *9* единицам системы *S* плюс 20 дБ. Напряжение сигнала еще раз увеличивается в 10 раз, и новое положение стрелки будет соответствовать 9 единицам системы *S* плюс 40 дБ.

## 19. Устранение паразитных явлений

**Устранение фона переменного тока.** Фон переменного тока может возникать как в режиме приема, так и в режиме передачи. Причиной фона могут быть электрические и магнитные наводки, а также недостаточная фильтрация выпрямленного напряжения. Плохая фильтрация порождает фон переменного тока с частотой 100 Гц, а магнитные и электрические наводки — с частотой 50 Гц. Таким образом, по частоте фона переменного тока можно судить о природе его возникновения.

В режиме приема фон переменного тока чаще всего возникает в детекторе и усилителе низкой частоты. Поочередно вынимая лампы из панелей, можно найти каскад, в котором возникает фон. Например, если после снятия лампы $Л_{11}$ фон переменного тока не пропадает, причину следует искать в выходном каскаде усилителя низкой частоты.

Фон с частотой 50 Гц может возникать из-за наводки магнитного поля силового трансформатора на выходной трансформатор. В этом случае фон не пропадает даже при вынутой лампе $Л_{12}$. Для устранения фона можно попробовать изменить положение выходного трансформатора или поместить его в экран из магнитопровода. Если при вынутой лампе $Л_{12}$ фон пропадет, необходимо попробовать заменить лампу.

Причиной фона с частотой 50 Гц также может быть электрическая наводка на провод, соединяющий вывод *18* узла $У_6$ с конденсатором $C_{55}$. Экран этого провода должен быть изолирован и соединен с шасси только на одном конце, около вывода *18*. Если при отсоединении этого провода от вывода *18* фон не исчезает, следует проверить качество электролитического конденсатора $C_{58}$. Фон переменного тока в детекторе и в первом каскаде усилителя низкой частоты может возникать из-за наводки магнитного поля силового трансформатора на поток электронов в лампе $Л_{12}$. Если заменой лампы устранить фон не удается, необходимо на лампу надеть экран из магнитопроводящего материала.

Фон с частотой 100 Гц может возникать из-за плохой фильтрации анодного напряжения. При обнаружении фона с частотой 100 Гц необходимо проверить качество электролитических конденсаторов $C_{63}$ и $C_{64}$. Иногда фон частотой 100 Гц может возникнуть и в усилителе высокой частоты. Причиной его возникновения является обрыв дросселя $Др_{15}$ или неисправность лампы $Л_4$.

В режиме передачи фон переменного тока может возникать в микрофонном тракте усилителя. Чаще всего причиной возникновения фона служит неправильное подсоединение проводов между разъемом *Микрофон* и выводом *7* узла $У_4$. Экраны этих проводов должны быть изолированными. Экран провода, соединяющего разъем *Микрофон* с потенциометром $R_{88}$ *Уровень микр.*, на одном конце соединяют с выводом потенциометра, а на другом — с контактом *4* разъема. Контакт *4* разъема *Микрофон* и вывод потенциометра не должны быть соединены с шасси. Экран провода, соединяющего движок потенциометра $R_{88}$ с выводом *7* узла $У_4$, на одном конце соединяют с выводом потенциометра, а на другом подсоединяют к шасси около вывода *7* узла $У_4$.

Сильный фон переменного тока иногда возникает в усилителе высокой частоты передатчика. Как правило, причиной его возникновения служит выход из строя лампы $Л_5$. Такая неисправность характеризуется длительным переходным процессом при переключении из режима передачи в режим приема, сильными искажениями *SSB* сигнала, плохим тоном телеграфного сигнала.

**Устранение паразитного самовозбуждения.** Усилитель мощности и усилители высокой частоты содержат цепи нейтрализации проходной емкости ламп. При правильном исполнении монтажа самовозбуждение на рабочей частоте в этих каскадах исключено. Однако иногда самовозбуждение может возникать на частотах, во много раз превышающих рабочую частоту этих каскадов. Как правило, причиной этого являются большая индуктивность проводов, соединяющих катоды ламп с шасси, и некачественные конденсаторы, блокирующие экранные сетки ламп. Возможно самовозбуждение на рабочей частоте смесителя приемника и первого каскада усилителя промежуточной частоты. Если другие меры не позволяют устранить самовозбуждение, можно попробовать в анодные цепи ламп включить небольшие дроссели, зашунтированные резисторами сопротивлением 50—100 Ом. Самовозбуждение усилителя-умножителя частоты гетеродина устраняют подбором сопротивления резистора $R_{22}$.

В режиме приема в положении *SSB* переключателя $В_2$ могут возникать паразитные процессы, похожие на самовозбуждение. Причиной этого служит модуляция сигнала опорного гетеродина фоном и шумами. Такой модулированный шумами сигнал через емкость диода $Д_{22}$ проходит на вход усилителя промежуточной частоты. В этом случае можно вывод *8* узла $У_4$ заблокировать электролитическим конденсатором емкостью в несколько микрофарад.

Некоторые стабилитроны типа Д815Д могут генерировать шумы, которые через цепи питания проникают на вход усилителя высокой частоты и снижают чувствительность приемника. Генерацию шумов можно устранить подсоединением конденсатора емкостью 0,01—0,03 мкФ параллельно стабилитрону. Если при подсоединении конденсатора шумы полностью устранить не удается, можно последовательно со стабилитроном включить дроссель небольшой индуктивности. Генерация шумов может возникать и в диоде $Д_{22}$. Для ее устранения следует заменить диод.

**Устранение высокочастотных наводок.** В режиме передачи высокочастотные наводки могут снизить качество *SSB* сигнала, ухудшить самопрослушивание телеграфной работы.

Высокочастотные наводки, возникающие в проводах соединительного жгута, могут продетектироваться диодами $Д_2$, $Д_3$. Огибающая высокочастотных наводок, выделенная в процессе детектирования, накладывается на управляющее напряжение, поступающее от диодов $Д_2$, $Д_3$ на варикап $Д_1$. Следствием этого является возникновение паразитной частотной модуляции. Ее можно устранить подключением конденсаторов емкостью в несколько тысяч пикофарад между катодами диодов $Д_2$, $Д_3$ и шасси.

Высокочастотное напряжение, наведенное на провода, соединяющие микрофон со входом микрофонного усилителя, может продетектироваться на *p-n* переходе база — эмиттер транзистора $T_5$. Огибающая высокочастотной наводки изменяет режим транзистора по постоянному току. Следствием этого является возникновение сильных нелинейных искажений модулирующего сигнала. Устранить проникновение высокочастотных наводок на вход микрофонного усилителя можно подбором параметров *RC*-цепочки на входе усилителя. При необходимости емкость конденсатора $C_{67}$ можно увеличить до нескольких тысяч пикофарад, а резистор $R_{60}$ заменить на дроссель небольшой индуктивности.

При работе телеграфом высокочастотное напряжение, наведенное на провод, соединяющий головные телефоны или громкоговоритель с выходом трансивера, может проникать в мониторный генератор. Следствием этого является ухудшение самопрослушивания телеграфной манипуляции. Выходной сигнал мониторного генератора начинает «квакать», тон меняется. Проникновение высокочастотных наводок на мониторный генератор можно устранить подключением конденсаторов емкостью в несколько тысяч пикофарад между контактами *1* и *3* разъема *Телефоны* и шасси. При необходимости можно включить дроссели небольшой индуктивности последовательно проводам, соединяющим эти контакты с выводами *2* и *5* узла $У_4$.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЛАДАС ИОНОВИЧ ЖАЛНЕРАУСКАС
**Трансивер радиолюбителя-коротковолновика**

Редактор Н. В. Казанский
Редактор издательства А. Г. Козлова
Обложка художника А. А. Иванова
Художественный редактор Д. И. Чернышев
Технический редактор Н. Н. Левченко
Корректор М. Г. Гулина
ИБ № 539

Сдано в набор 8/IX 1976 г. Подписано к печати 25/I 1977 г. Т-03434. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 6,85. Тираж 40 000 экз. Зак. 713. Цена 51 коп.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли 600610, г. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

## ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

## Массовая радиобиблиотека

Находятся в печати и в ближайшее время выйдут в свет:

**Бездельев Ю. В.** Плоские и объемные модули в любительских конструкциях.

В книге рассматриваются вопросы компоновки и монтажа любительской радиоаппаратуры на основе функционально-узлового метода. Описаны методы конструирования, связанные с применением печатного монтажа, плоских и объемных модулей, бескорпусных микротранзисторов, гибридных и интегральных микросхем. Подробно освещены вопросы технологии изготовления одно- и двустороннего печатного монтажа в любительских условиях, сборки плоских и объемных модулей. Рассмотрены вопросы наладки, ремонта и модернизации аппаратуры.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

**Васильев В. А.** Зарубежные радиолюбительские конструкции.

В книге описываются принципиальные схемы, устройство, изготовление из отечественных деталей и налаживание радиолюбительских конструкций различного назначения по данным, опубликованным в журналах 20 стран мира. Приводятся основные сведения о системах условных обозначений различных деталей и полупроводниковых приборов, применяющихся за рубежом. Даются конкретные рекомендации по замене зарубежных транзисторов отечественными в портативных приемниках.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

**Кривоносов И. И.** Полупроводниковые электроакустические преобразователи в радиосхемах.

В книге изложены свойства, характеристики, схемы включения и конструкции электроакустических преобразователей. Рассмотрены вопросы применения электроакустических преобразователей в радио- и телеустройствах, методы и средства улучшения их характеристик.

Книга рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

**Милехин А. Г.** Радиотехнические схемы на полевых транзисторах.

В книге рассмотрены принципы действия, основные параметры и свойства полевых транзисторов. Дан широкий обзор применения полевых транзисторов в радиоэлектронной аппаратуре, приведены конкретные схемы приборов и систем, выполненных на полевых транзисторах.

Книга рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

**Павлов Б. А.** Синхронный прием.

В книге изложены основы синхронного детектирования, обеспечивающего высокую помехоустойчивость радиоприема. Приводятся описания отдельных узлов приемников, выпускаемых промышленностью, и радиолюбительских конструкций.

Книга рассчитана на подготовленных радиолюбителей.

**Родионов В. М.** Линии передачи и антенны.

Книга содержит номограммы для расчетов электрических параметров и геометрических размеров радиолюбительских антенно-фидерных систем. Каждая номограмма дает исчерпывающее описание работы с ней и типовые примеры расчетов.

Книга предназначена радиолюбителям-конструкторам.

**Синельников А. Х.** Электроника в автомобиле.

В книге подробно описаны конструкции контактных и бесконтактных электронных конденсаторных систем зажигания и электронных регуляторов напряжения.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей, занимающихся усовершенствованием электронных систем автомобилей.